Var.
675
i/127

Var. 675 i
(127

Var.
675
i/127

Sammlung Göschen

Pflanzenbiologie

Von

Prof. Dr. W. Migula

I

Allgemeine Biologie

Mit 45 Abbildungen

127
128
8Ak

GJG

Kriegseinband

Var. 675 i (127

HEINRICH HUGENDUBEL
BUCHHANDLUNG

Sammlung Göschen

Pflanzenbiologie

Von

Dr. W. Migula

Professor an der Forstakademie Eisenach

I

Allgemeine Biologie

Dritte, verbesserte und vermehrte Auflage

Neudruck

Mit 45 Abbildungen

Berlin und Leipzig

G. J. Göschen'sche Verlagshandlung G. m. b. H.

1918

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Alle Rechte, insbesondere das Übersetzungsrecht,
von der Verlagshandlung vorbehalten.

Sp

Druck
der Spamerschen
Buchdruckerei in Leipzig

Inhalt.

		Seite
Einleitung		5
I. Kapitel:	Die Verbreitungsmittel der Pflanzen	7
II. Kapitel:	Schutzeinrichtungen und Anpassungserscheinungen	24
III. Kapitel:	Das Pflanzenleben an den verschiedenen Standorten	37
IV. Kapitel:	Saprophyten und Parasiten	84
V. Kapitel:	Symbiose	101
VI. Kapitel:	Insektenfressende Pflanzen	110
VII. Kapitel:	Pflanzen und Ameisen	119

Literaturverzeichnis.

Goebel, Pflanzenbiologische Schilderungen. Marburg, 1889 bis 1893. M. 15.—

Kerner v. Marilaun, Pflanzenleben. 2 Bde. 2. Aufl. Leipzig, 1900. M. 14.—

Ludwig, Lehrbuch der Biologie der Pflanzen. Stuttgart, 1895. M. 14.—

Migula, Pflanzenbiologie. Leipzig, 1909. M. 8.—

Müller, Hermann, Die Befruchtung der Blumen durch Insekten. Leipzig, 1873.

Schimper, Pflanzengeographie. 2. Aufl. Jena, 1908. M. 27.—

Warming, Lehrbuch der ökologischen Pflanzengeographie. 2. Aufl. Berlin, 1902. M. 9.—

Wiesner, Biologie der Pflanzen. 2. Aufl. Wien, 1902. M. 8.80.

Einleitung.

Die Pflanzenbiologie ist derjenige Teil der Botanik, welcher sich mit den äußeren Lebenserscheinungen der Pflanzen beschäftigt, mit den Beziehungen der Pflanzen zu der sie umgebenden Natur und mit den Einrichtungen, welche bei den Pflanzen infolge dieser Beziehungen entstanden sind. Sie betrachtet die Pflanze deshalb nur als ein Glied der gesamten Natur und nur im Zusammenhange mit dieser, während umgekehrt die Physiologie die Pflanze aus diesem Zusammenhange herauslöst und die Kräfte untersucht, welche in der einzelnen Pflanze zur Wirkung kommen. Eine scharfe Trennung zwischen beiden ist freilich nicht möglich, sie berühren sich in vielen Punkten. Aber während die Physiologie wesentlich mit chemischen und physikalischen Kräften zur Erklärung der Erscheinungen ausreicht, kommen bei der Biologie noch andere Faktoren zur Geltung, hier spielen insbesondere die Fähigkeit zu variieren, sich an äußere Verhältnisse anzupassen und gewisse Eigenschaften zu vererben, die Hauptrolle.

Viele dieser Eigenschaften, welche die Pflanzen durch ihre Beziehungen zu der sie umgebenden Natur erworben haben, erscheinen auf den ersten Blick so überaus zweckmäßig, daß man leicht auf den Gedanken kommen könnte, sie seien eben mit Rücksicht auf das zu erstrebende Ziel von den Pflanzen erlangt. Dies würde aber eine gewisse Absicht voraussetzen, die natürlich den Pflanzen nicht zugeschrieben werden kann. Wir müssen vielmehr annehmen, daß diese Einrichtungen sehr langsam entstanden sind, daß nur das sich erhalten hat, was für die Pflanze von Vorteil war, während das Unzweckmäßige sich nicht erhalten konnte und bald wieder verschwand. Da die Pflanzenwelt der Gegenwart auf einer Entwickelungszeit von vielen Millionen von Jahren sich aufbaut, so ist es

begreiflich, daß sich eine solche Fülle von Formen entwickeln konnte, von denen jede einzige eine Anzahl zweckmäßiger Einrichtungen besitzt, die von denen der nächst verwandten Arten oft völlig verschieden sein können. Denn jede Art blickt eben auf einen langen Entwickelungsgang zurück, während dessen alles Unzweckmäßige, was sich einstellte, wieder verschwand.

Wie sich die Bedingungen für das Pflanzenleben im Lauf der Jahrtausende fortwährend geändert haben und noch ändern, so haben sich auch die Pflanzen selbst geändert: noch jetzt sind sie in fortwährender Umgestaltung begriffen, je nachdem es die äußeren Verhältnisse nötig machen. Die Pflanze besitzt, indem sie sich der Änderung der äußeren Lebensbedingungen entsprechend anpaßt, ein Reaktionsvermögen, welches nicht ausschließlich auf Variieren und Vererben zurückgeführt werden kann; denn auch ein und dasselbe Individuum kann diesen Veränderungen bis zu einem gewissen Grade folgen. In diesem Reaktionsvermögen der Pflanze, in der Fähigkeit, äußeren Lebensbedingungen gegenüber sich entsprechend anzupassen, haben wir vielleicht ein sehr wesentliches Moment zu suchen, welches beim Variieren der Pflanzen eine Rolle spielt.

Bei diesen Eigenschaften der Pflanzen, Reaktionsvermögen gegenüber sich ändernden Lebensbedingungen, Vermögen zu variieren und erworbene Eigenschaften zu vererben, werden wir begreifen, daß die Pflanzenwelt ihre Entwickelung in der Gegenwart nicht abgeschlossen hat, sondern daß sie sich, wie das einzelne Individuum, weiter entwickelt, und daß diese Entwickelung und Umgestaltung anhalten wird, solange sich die äußeren Lebensbedingungen ändern, also solange es überhaupt Pflanzen auf der Erde geben wird.

Alle Änderungen nun, die sich im Lauf der Zeit bei Pflanzen einstellen oder eingestellt haben und die zu einer Fortentwickelung in irgend einer Richtung dienen, können wir als Gegenstand der Biologie bezeichnen.

Bayerische Staatsbibliothek MÜNCHEN

I. Kapitel.

Die Verbreitungsmittel der Pflanzen.

Nur ein kleiner Teil der Pflanzen besitzt das Vermögen der freien Eigenbewegung und damit die Möglichkeit, sich, wenn auch nur innerhalb bestimmter Grenzen, von einem Ort zum andern zu begeben. Es sind dies hauptsächlich die Schwärmsporen einiger Algen und Pilze, sowie die männlichen Geschlechtszellen, Spermatozoiden, der Moose und Farne, die also auch nur einen beweglichen Zustand sonst unbeweglicher Pflanzen darstellen und die Beweglichkeit auch nur während eines kurzen Zeitraumes besitzen. Einigen wenigen, den niedersten Tieren (Flagellaten) nahestehenden Algen, den Peridineen, Volvocaceen und Chlamydomonadaceen, ferner vielen Bakterien kommt jedoch während des ganzen Lebens Beweglichkeit zu; sie schwimmen frei durch das Wasser, und wenn sie auch bei ihrer Kleinheit nicht imstande sind, große Strecken zurückzulegen, so können sie doch innerhalb längerer Zeit einen Teich oder einen Wassergraben an allen Stellen besiedeln. In kriechender Weise vermögen sich auch die Kieselalgen oder Diatomeen, auch manche Desmidiaceen fortzubewegen und eine selbständige Ortsveränderung zu bewirken; auch die Plasmodien der Myxomyceten kriechen auf ihrem Substrat umher. Bei allen diesen Organismen kann aber nur eine Verbreitung in beschränktem Maße durch diese Eigenbewegung zustandekommen; handelt es sich jedoch um eine Verbreitung über größere Strecken, so sind auch sie auf andere Kräfte angewiesen.

Die große Zahl derjenigen Pflanzen, die wir mit bloßem Auge sehen und welche die grüne Decke unserer Erde zusammensetzen, besitzt aber keine Eigenbewegung, und ihre Verbreitung ist durch äußere Kräfte bedingt. Ferner sind die Pflanzen,

wenigstens die auf dem festen Lande wachsenden, durch die Ernährungsweise an den Ort ihrer Entstehung und Entwickelung gebunden, sie haften mit ihren Wurzeln im Erdreich, aus dem sie Wasser und Nährsalze aufnehmen müssen. Würden sie durch eine fremde Kraft plötzlich aus dem Erdreich gerissen und an einen andern Ort versetzt, so würden sie dem Vertrocknen anheimfallen, da ihre Wurzeln nicht ohne weiteres wieder in den Erdboden dringen und der Nahrungsaufnahme dienen könnten.

Eine Verbreitung der vollkommen entwickelten Pflanzen ist also, wenige, noch zu besprechende Ausnahmen abgerechnet, nicht möglich, die Verbreitung muß in einem Zustande der Ruhe erfolgen, in welchem die Pflanze von der Tätigkeit der Wurzeln unabhängig ist und weder Nährsalze noch Wasser aufzunehmen braucht, und diesen Zustand finden wir in vollkommenster Form bei den Blütenpflanzen im Samen, bei den Kryptogamen in den Sporen repräsentiert.

Sehen wir aber zunächst noch von Samen und Sporen ab, so kann bei vielen Pflanzen auch noch auf mancherlei andere Weise eine Verbreitung erfolgen. Schwimmende Wasserpflanzen, wie beispielsweise unsere Wasserlinsen, werden durch die Wasserströmungen und durch den Wind auf der Wasseroberfläche nach allen Richtungen getrieben und können selbst in großen Seen bald alle Buchten besiedeln. In manchen Teichen Oberschlesiens kommt ein zierlicher, schwimmender Wasserfarn, Salvinia natans, vor, welches entfernte Ähnlichkeit mit einem Akazienblatt besitzt und sich zunächst rein vegetativ dadurch vermehrt, daß einzelne Zweige abbrechen und zu neuen Pflanzen werden. Im Spätsommer ist es dann oft in enormen Mengen vorhanden und bedeckt je nach der herrschenden Windrichtung an diesem oder jenem Ufer die Wasseroberfläche so vollständig, daß ein zusammenhängender grüner Teppich entsteht. Schlägt der Wind um, so lichtet

sich die geschlossene Decke, die Pflanzen treiben fort und der blanke Wasserspiegel breitet sich nach wenigen Stunden da aus, wo kurz vorher scheinbar eine Wiese gelegen hatte; kaum daß vereinzelte Pflänzchen zwischen Schilf und Binsen hängen blieben.

Auch abgerissene oder abgebrochene vegetative Teile von Wasserpflanzen können durch Strömungen oder Wind an andere Stellen eines Gewässers getrieben werden und sich dort zu neuen Kolonien entwickeln. Dabei sind freilich auch oft noch andere Kräfte in ähnlicher Weise beteiligt. Ein Beispiel dafür, wie sich eine Blütenpflanze rein ungeschlechtlich vermehren und dabei in außergewöhnlich rascher und intensiver Weise verbreiten kann, bietet die Wasserpest, Elodea canadensis, eine aus Nordamerika stammende Wasserpflanze, über die am Schluß dieses Kapitels noch zu berichten sein wird.

Gelegentlich können wohl auch einmal andere als Wasserpflanzen durch fließendes Wasser verbreitet werden, wenn beispielsweise hochgeschwollene Bäche oder Ströme über die Ufer treten, das Land überschwemmen und hier oder da ganze Erdschollen mit den darauf wachsenden Pflanzen fortreißen, um sie irgendwo anders wieder abzusetzen. Dabei bleiben die mitgerissenen Pflanzen oft am Leben und werden so auch in vegetativem Zustande vom Wasser verpflanzt; aber das sind Zufälligkeiten, die mit der normalen Verbreitung nichts zu tun haben.

Dagegen kommt eine Verbreitung von Pflanzen durch besondere, speziell diesem Zweck dienende Organe, durch Ausläufer (Stolonen) und Brutknospen in vegetativem Zustande häufig vor. Bekannt besonders sind die fälschlich als Ranken bezeichneten Ausläufer der Erdbeere, ferner bei den kriechenden Fingerkrautarten, beim kriechenden Hahnenfuß, bei der Quecke und beim Schilfrohr, dessen Ausläufer 10, 15 und mehr Meter lang werden. Freilich wirken die Ausläufer nur

für eine Verbreitung auf beschränktem Raum; eine Erdbeerpflanze, die sich an geeignetem Platze angesiedelt hat, sorgt schon im gleichen Jahre dafür, daß in der Nachbarschaft sich zahlreiche junge Pflänzchen an Ausläufern entwickeln, und in wenigen Jahren ist bei gleichbleibenden günstigen Verhältnissen eine ganze, viele Quadratmeter große Erdbeeransiedelung auf rein vegetativem Wege entstanden. Auch das an stehenden und langsam fließenden Gewässern allgemein verbreitete Schilfrohr (Phragmites communis) ist eine Pflanze, die sich bei uns so gut wie ausschließlich durch Ausläufer verbreitet, da sie stets von einem Pilz befallen ist, der die Ausbildung keimfähiger Samen verhindert. Deshalb siedelt es sich auch so schwer an neu angelegten Teichen oder sonst-

Fig. 1. Junge, einen Ausläufer treibende Rohrpflanze.

wie frisch entstehenden Gewässern an; es dauert zuweilen Jahrzehnte, bis ein Schilfstengel sich an solchem Teiche zeigt, dann aber geht die Weiterverbreitung rasch vonstatten, und in wenigen Jahren ist alles geeignete Terrain vom Schilf erobert. Ebenso schwer, wie es sich ansiedelt, ist es auch von dem einmal in Besitz genommenen Boden zu vertreiben; die tief in das Erdreich eindringenden und sich weit verbreitenden Ausläufer senden immer wieder neue Stengel nach oben, und selbst wenn der Boden trocken gelegt wird, die natürlichen Lebensbedingungen sich also ungünstig verändern,

kämpft es noch viele Jahre um seine Existenz; zwischen Getreide und Kartoffelfurchen kommen seine freilich verkürzten und verkümmerten Stengel immer wieder zum Vorschein.

Auch die Brutknospen dienen der Verbreitung auf beschränktem Raume. Bei uns gibt es nicht gerade zahlreiche Pflanzenarten, die Brutknospen ausbilden, am bekanntesten ist noch die Feuerlilie, Lilium bulbiferum, die in der Achsel der Blätter am Blütenschaft kleine schwarzgrün-purpurne, einem Samen ähnliche Gebilde tragen, die sich später loslösen und zu Boden fallen, vielleicht auch noch ein Stück fortrollen oder vom Winde fortgetrieben werden, ehe sie in einer Vertiefung des Bodens verschwinden und zu neuen Pflänzchen auskeimen. Auch durch starke Regengüsse werden sie wohl zuweilen einmal ein Stück fortgeschwemmt, aber im großen und ganzen werden sie doch zumeist in der unmittelbaren Nähe der Mutterpflanze zur Entwickelung kommen. Brutknospen sind auch die sogenannten Zähnchen des Knoblauchs, die an Stelle von Blüten in den Köpfchen sich entwickeln; wir finden Brutknospen auch noch bei einigen unserer wildwachsenden Pflanzen, z. B. einer Zahnwurzart, Dentaria bulbifera.

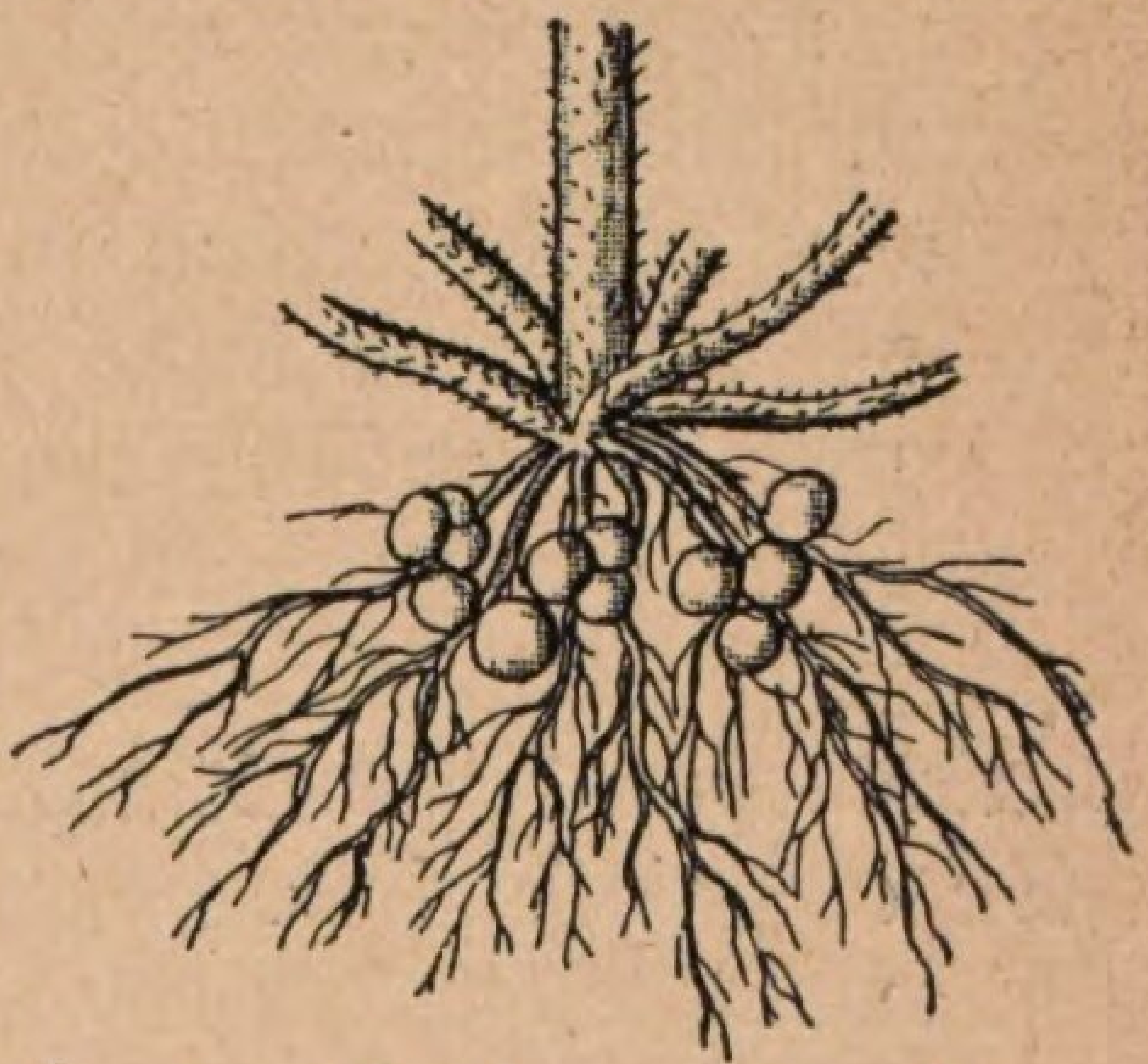

Fig. 2. Knöllchen von Saxifraga granulata.

Eine ebenfalls auf beschränktem Raum sich entwickelnde Vermehrung und Verbreitung erfahren viele Pflanzen durch unterirdische Knollen oder Zwiebeln. Es entstehen dabei aus einem Stock im Lauf der Jahre nach und nach zahlreiche ausschließlich aus solchen Knollen oder Zwiebeln sich entwickelnde Pflanzen; die Mutterpflanzen sterben ab, nach und nach,

wenn auch unmerklich, entfernen sich Enkel und Urenkel von einander, schließlich ist eine ganze Ansiedelung aus einer Mutterpflanze entstanden. (Fig. 2.)

In seltenen Fällen werden Brutknospen auch durch Tiere verschleppt; sie haben dann, ähnlich wie manche Samen, Stacheln oder Widerhaken, mit denen sie sich in den Pelz der anstreifenden Tiere einhängen und auf diese Weise verschleppt werden. Das ist vielfach bei Katteen der Fall, besonders bei Arten der Gattung Mamillaria.

Indessen spielen diese Verbreitungsarten doch nur eine geringe Rolle gegenüber der Verbreitung der Pflanzen durch Sporen und Samen; beide haben ja physiologisch den gleichen Zweck zu erfüllen, wenn sie auch entwickelungsgeschichtlich durchaus verschieden sind. Sporen und Samen sind nicht nur durch ihre verhältnismäßige Kleinheit viel leichter der Verbreitung durch fremde Kräfte zugänglich, als eine große Pflanze, sondern besitzen in der Regel auch noch besondere Einrichtungen, die den Transport erleichtern und für spezielle Fälle eingerichtet sind.

Die Kräfte, welche die Verbreitung des Samens übernehmen, liegen, wie schon erwähnt, meist außerhalb der Pflanze; es sind Wind, Wasser und Tiere, durch welche der Samen oft über weite Strecken fortgeführt wird. Daneben besitzen einige Pflanzen die Fähigkeit, ihre Samen bei der Reife auf eine kurze Strecke fortzuschleudern und so für ihre Verbreitung innerhalb eines beschränkten Umkreises zu sorgen. Für die Verbreitung auf weitere Strecken müssen dann ebenfalls andere Kräfte wirken.

Von diesen Pflanzen mit „Schleuderfrüchten" ist besonders die Spritzgurke, Ecballium elaterium (Fig. 3), ein sehr interessantes Beispiel; es ist eine zu den Kukurbitaceen gehörige Pflanze, deren etwa pflaumengroße, grüne, mit straffen kurzen Haaren besetzte Früchte eine starke turgeszente

Wandschicht besitzen; diese übt einen kräftigen Druck auf die innere schleimige Masse, in welcher die Samenkörner liegen. Solange die Frucht unreif ist, ist aber die innere Masse ringsum von festem Gewebe umschlossen und kann dem Druck der Wandschicht nicht nachgeben; mit dem Eintritt der Reife lockert sich jedoch das Gewebe an der Stelle, wo der Stiel in die Frucht übergeht, der noch in die Frucht hineinragende Zapfen des Stieles wird durch die innere Spannung herausgedrückt, und während die Frucht vom Stiel abfällt, wird durch die plötzliche Ausdehnung der Wandschicht der ganze schleimig-flüssige Inhalt mit den Samenkörnern aus dem Stielloche herausgespritzt. Den Anstoß zu diesem Abfallen der Früchte und Ausspritzen der Samen gibt oft eine Berührung der Pflanze durch Tiere, und nicht selten werden dabei die Tiere mit dem schleimigen Samen bespritzt, die dann hängen bleiben und weiter verbreitet werden, als es bei dem einfachen Ausspritzen der Samen in die Nachbarschaft der Pflanze möglich wäre. Denn auch bei den kräftigsten Schleudervorrichtungen werden die Samen doch immer nur auf wenige Meter verbreitet.

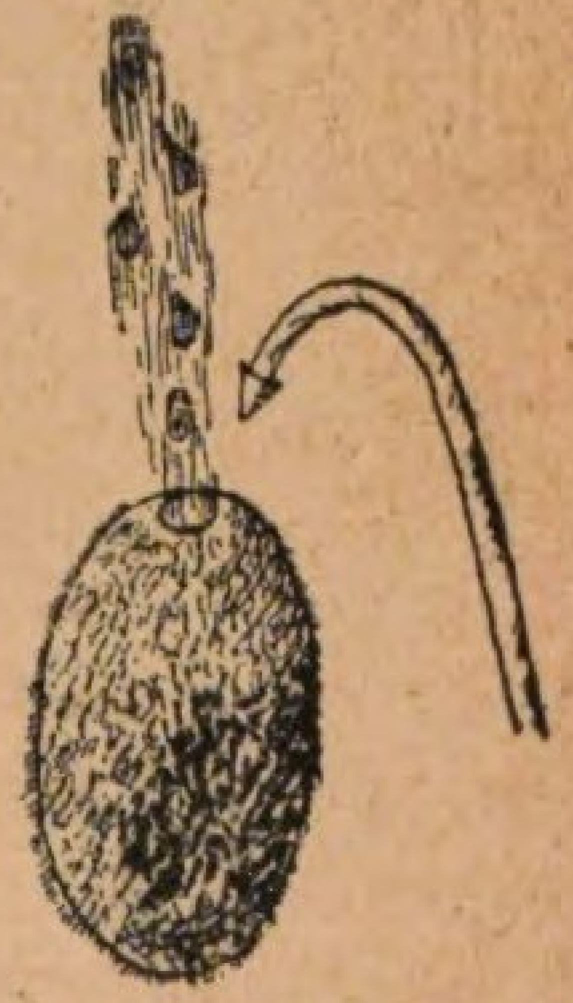

Fig. 3. Abfallende und Samen ausschleudernde Frucht von Ecballium elaterium.

Die Schleudereinrichtungen sind übrigens sehr mannigfaltig. Bei unserem Sauerklee (Oxalis acetosella) besitzt die Samenschale ein straff gespanntes Gewebe, welches bei zunehmender Reife immer praller wird, schließlich an einer Seite aufplatzt und sich mit einem plötzlichen Ruck rückwärts zusammenrollt; durch diesen Ruck werden die Samen ausgeschleudert. Bei den Storchschnabel- und Reiherschnabelgewächsen (Geranium [Fig. 4] und Erodium) ist eine andere Einrichtung zum Ausschleudern der Samen ausgebildet. Bei dem allgemein verbreiteten Sumpfstorchschnabel, Geranium

palustre, stehen die fünf Samen, von je einem Fruchtblatt umhüllt, um ein Mittelsäulchen, mit dessen Spitze die borstenartig verlängerten Fruchtblätter zusammenhängen. Bei der Reife trocknet die Oberseite der borstenartigen Verlängerungen der Fruchtblätter rascher aus als die Innenseite, zieht sich infolgedessen mehr zusammen und bewirkt eine Spannung, die sich zunächst deshalb nicht ausgleichen kann, weil die Fruchtblätter an Basis und Spitze noch festgeheftet sind. Allmählich vertrocknet aber das Gewebe an der Basis der Fruchtblätter, diese reißen hier ab und rollen sich nun plötzlich nach außen ein, wobei durch die rasche Bewegung die Samen fortgeschleudert werden.

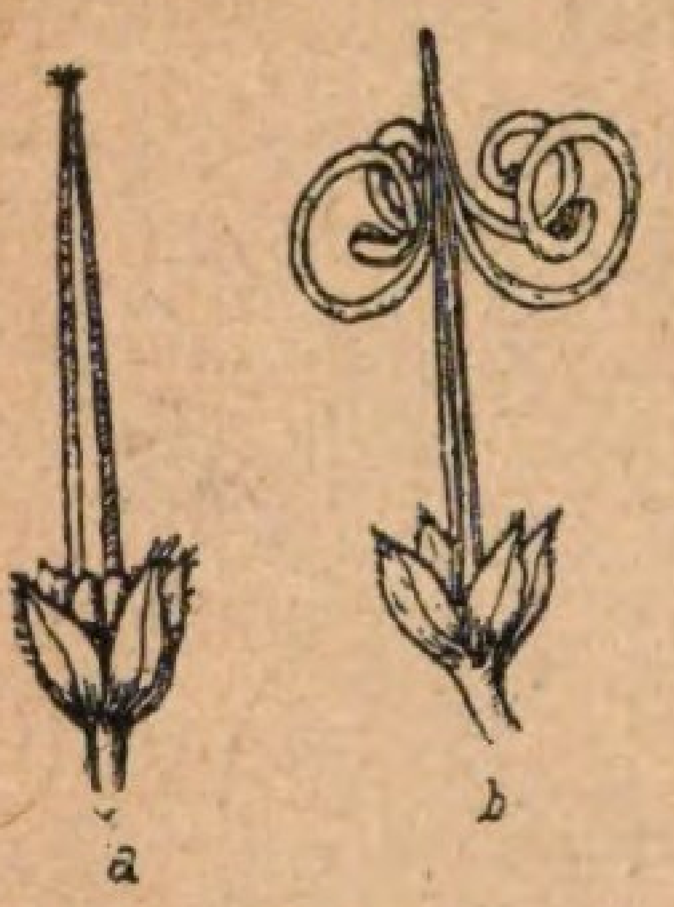

Fig. 4. Frucht von Geranium palustre. a) Vor dem Ausschleudern, b) nach dem Ausschleudern der Samen.

Noch ein Beispiel von schleuderfrüchtigen Pflanzen mag hier erwähnt werden, welches auch wohl das bekannteste ist, die wilde Balsamine, Rührmichnichtan, Impatiens Nolitangere; in den letzten Jahrzehnten ist die kleinblütige Impatiens parviflora aus Sibirien bei uns verwildert und hat sich massenhaft als Unkraut in Büschen, Wäldern und Parkanlagen angesiedelt. Sie zeigt die gleichen Eigenschaften, wie unsere heimische Art, nur sind die Früchte kleiner. Diese sind schotenförmig und bestehen aus fünf Fruchtblättern, die in unreifem Zustande an ihren Rändern fest verwachsen sind. Die äußerste, unter der Oberhaut liegende Schicht der Fruchtblätter besteht aus sehr straff gefüllten, turgeszenten Zellen, die das Bestreben haben, sich stark auszudehnen, hieran aber noch durch feste Verbindung der einzelnen Fruchtblätter miteinander gehindert werden. Sobald aber bei eintretender Samenreife die Verwachsung der Fruchtblätter gelockert wird, vermag die turgeszente Zellschicht den Widerstand zu überwinden, und

infolge ihrer Ausdehnung reißen die Fruchtblätter auseinander und rollen sich plötzlich nach innen ein, die Samen werden dabei ausgeschleudert. Auch hier, wie bei der Spritzgurke, tritt der Vorgang besonders leicht ein, wenn durch eine Berührung der Frucht der Anstoß zum Aufspringen gegeben wird, und die Samenkörner können sich vermöge ihrer rauhen Schale längere Zeit zwischen Haaren usw. halten, wodurch sie auf größere Strecken verschleppt werden (Fig. 5).

Die meisten Samen sind für die Verbreitung durch den Wind angepaßt, und die Einrichtungen hierzu sind so zahlreich und mannigfaltig, daß nur einige davon hier besprochen werden können. Im einfachsten Falle wirkt der Wind dadurch, daß er die zu Boden gefallenen Früchte fortrollt. Früchte oder Samen, die für diesen Transport angepaßt sind, müssen neben geringem Gewicht rundliche oder walzenförmige Gestalt haben, und diese Einrichtung findet man namentlich reichlich entwickelt bei Steppenpflanzen, die also in Gegenden leben, in denen nach der Fruchtreife die ganze oberirdische Pflanzenwelt verschwindet, so daß dem Umherrollen durch den Wind kein Widerstand entgegensteht. Mitunter werden ganze fruchttragende Pflanzen nach dem Absterben der Wurzeln vom Boden losgelöst und durch den Wind in den öden, vegetationslos gewordenen Steppen umhergerollt, wie die merkwürdige Plantago Cretica. Es sins dies einjährige Pflanzen mit zahlreichen kurzen Blütenstielen, die sich zur Zeit der Fruchtreife nach außen umbiegen und so einen steifen, rundlich-scheibenförmigen, sehr leichten Körper darstellen, der vom Wind leicht umhergerollt wird. Namentlich in asiatischen Steppen gibt es eine Menge ähnlicher Pflanzenarten, die

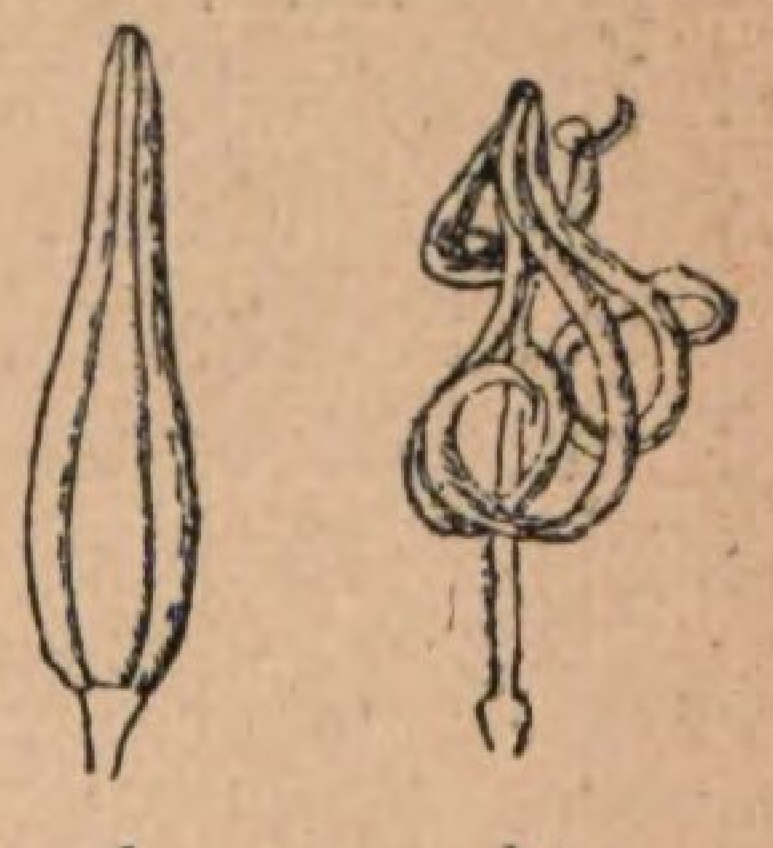

Fig. 5. Frucht von Impatiens Nolitangere. a) Vor, b) nach dem Ausschleudern des Samens.

man als Steppenhexen oder Windhexen bezeichnet hat, und die durch die eigentümliche gespensterartige Bewegung, in die sie durch den Wind versetzt werden, seit langem bekannt sind.

Auch unter unseren Gräsern gibt es viele Arten, deren Verbreitung auf dem Rollen durch den Wind beruht. Sehr oft wird diese Verbreitung durch Grannen unterstützt, die sich beim Rollen so stellen, daß eine Weiterbewegung meist nur nach einer bestimmten Richtung möglich ist, während eine Rückwärtsbewegung durch die sich feststeckende Granne verhindert wird. Oft haben die Grannen feine Widerhaken, wie bei unserer Gerste, die dann eine Rückwärtsbewegung ebenfalls verhindern. Die Grannen, namentlich die mit Widerhaken versehenen, können aber unter Umständen auch einen Transport durch Tiere, wenigstens auf kurze Strecken, bewirken. Es gibt auch Grannen, die hygroskopisch sind und gleichzeitig durch ihre hygroskopischen Krümmungen die Fortbewegung durch den Wind unterstützen (sogenannte kriechende Früchte, namentlich bei Gräsern, aber auch bei Korbblütlern). Auch ganze Pflanzen werden durch hygroskopische Eigenschaften einzelner oder aller Organe bewegt, wobei die Samen eine weitere Verbreitung finden, so die bekannte Rose von Jericho (Anastatica Hierochuntica), ein Kreuzblütler, dessen Heimat namentlich Syrien und Arabien ist. Nach der Samenreife zeigt sich die Pflanze bei trockenem Wetter in Form eines geschlossenen, entfernt an eine Rose erinnernden Knäuels, indem die Zweige einwärts gebogen, auch die Früchtchen geschlossen sind. Bei Regen breiten sich die Zweige aus, die Früchte öffnen sich, und der Samen wird mit dem Regen fortgewaschen. Besonders deutlich kann man bei den Sporen der Schachtelhalme die Wirkung beobachten, welche hygroskopische Eigenschaften hinsichtlich der Fortbewegung der Sporen äußern. Die beiden außerordentlich hygroskopischen

Bänder, die an der Spore angeheftet sind reagieren auf die minimalsten Schwankungen der Luftfeuchtigkeit durch Zusammenrollen und Ausbreiten, wobei jedesmal eine kleine Ortsveränderung eintritt. Sind solche Bewegungen auch an sich gering, so können sie doch im Lauf der Zeit nicht unbeträchtliche Strecken ausmachen. Im allgemeinen wird aber bei den weitaus meisten Pflanzen, bei denen hygroskopische Eigenschaften an der Verbreitung beteiligt sind, doch der Wind die Hauptrolle spielen (Fig. 6).

Der **Wind** übernimmt auch die Verbreitung besonders leichter und kleiner Samen, wie die der Orchideen, ohne daß bei ihnen besondere Einrichtungen hierzu vorhanden wären. Die meisten durch Wind verbreiteten Samen besitzen aber besondere Flugapparate von oft sehr auffallender Bildung. Ein allgemein bekanntes Beispiel eines solchen Flugapparates ist der Haarkranz an den Samen des Löwenzahns, Taraxacum officinale, in ähnlicher Form übrigens sehr vielen Korbblütlern eigen.

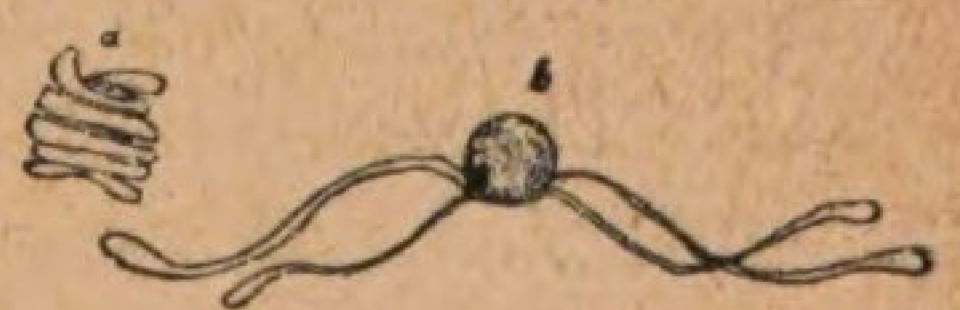

Fig. 6. Spore von Equisetum arvense. a) Mit zusammengerollten, b) mit ausgebreiteten Bändern.

Beim Löwenzahn bildet er ein aus feinen, aber steifen Haaren gebildetes Schirmchen, welches wie ein Fallschirm wirkt und die Frucht selbst bei fast ruhiger Luft lange Zeit schwebend erhält. Ähnliche Haarbildungen, die bei äußerster Leichtigkeit doch dem Winde einen großen Widerstand entgegensetzen und deshalb zum Transport der Samen durch den Wind viel beitragen, finden wir bei den Weiden und Pappeln. Auch die Baumwolle rührt von den Haaren her, die als Flugapparate die Samen der Baumwollstaude (Gossypium herbaceum) umgeben.

Eine andere Form der Flugapparate wird durch hautartige, sehr dünne Anhängsel verschiedener Form dargestellt. Bei der Ulme (Fig. 7) laufen diese Anhängsel um den ganzen

Samen als zusammenhängende Haut; beim Ahorn stellen sie Flügel dar (Fig. 7a), bei anderen Pflanzen wieder laufen sie als häutige Lamellen am Samen herab (Laserpitium). Auch diese Form der Flugapparate ist außerordentlich verbreitet.

Nicht minder eigenartige Ausbildungen haben gewisse Samen und Früchte erlangt, welche auf die Verbreitung durch Tiere angepaßt sind. Die Verbreitung durch Tiere kann im allgemeinen auf zweierlei Weise erfolgen: indem Früchte von Tieren verzehrt und die Samen unverdaut an anderen Orten wieder abgeschieden werden, und indem Samen oder Früchte an Tieren hängen bleiben und so verschleppt werden.

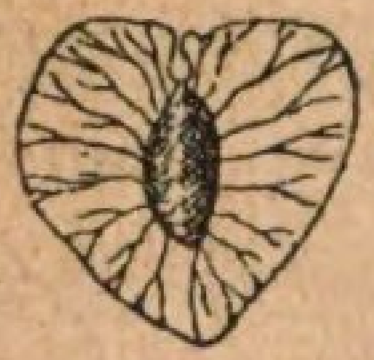
Fig. 7. Samen von Ulmus evusa.

Der erstere Fall wird besonders bei fleischigen Früchten, namentlich Beeren eintreten. Duft, leuchtende Farbe locken die Vögel, welche hauptsächlich bei der Verbreitung dieser Samen in Betracht kommen, an, sie fressen die Beeren und geben nach einiger Zeit, oft weit von dem Ort der Nahrungsaufnahme entfernt, die unverdauten Samen der Beeren in den Exkrementen wieder von sich. In der Regel werden die Samen bei dem Verdauungsprozeß nicht beschädigt, wenigstens nicht bei den hauptsächlich an der Verbreitung der Beerensamen beteiligten Vögeln, den Drosseln und anderen beerenfressenden Singvögeln. Wohl aber ist dies der Fall, wenn die Beeren von Hühnern oder Enten gefressen werden, hier bleiben nur besonders widerstandsfähige Samen am Leben. Sehr viele unserer Waldsträucher tragen Beeren und sind auf die Verbreitung durch Vögel angewiesen, auch die schmarotzende Mistel, Viscum album, deren weiße Beeren zu einer Zeit reifen, wo uns Wintergäste aus dem hohen Norden besuchen und gern die Beeren annehmen. Besonders die Mistel-

Fig. 7a. Samen von Acer campestre.

drossel sorgt für die Verbreitung dieser zwar schädlichen, aber doch so interessanten Pflanze.

Der zweite Fall, das Verschleppen anhaftender Samen durch Tiere, kann wieder in verschiedener Weise erfolgen. Bei Wasserpflanzen, die meist schwimmende, leichte Samen besitzen, haften dieselben beim Auffliegen des Wassergeflügels leicht an dem Gefieder und werden dann beim Besuch anderer Gewässer verschleppt. Bei Landpflanzen besitzen die Samen resp. Früchte oft hakenförmig gekrümmte oder mit Widerhaken versehene Haare oder Borsten, die sich in das Fell eines Tieres einhaken und so verschleppt werden. Ein allbekanntes Beispiel ist die Klette (Lappa major und minor), deren ganze Fruchtköpfchen auf diese Art oft in sehr lästiger Weise an unseren Kleidern hängen bleiben. Ebenso lästig sind im Herbst die scharf zweizähnigen Früchte von Bidens, dem Zweizahn, welcher überall in Kartoffeln und Rübenfeldern, in lichten Wäldern usw. wächst und uns bei einem Spaziergange durch Wald und Feld fast überreich mit seinen schwer zu entfernenden Früchten beschenkt (Fig. 8).

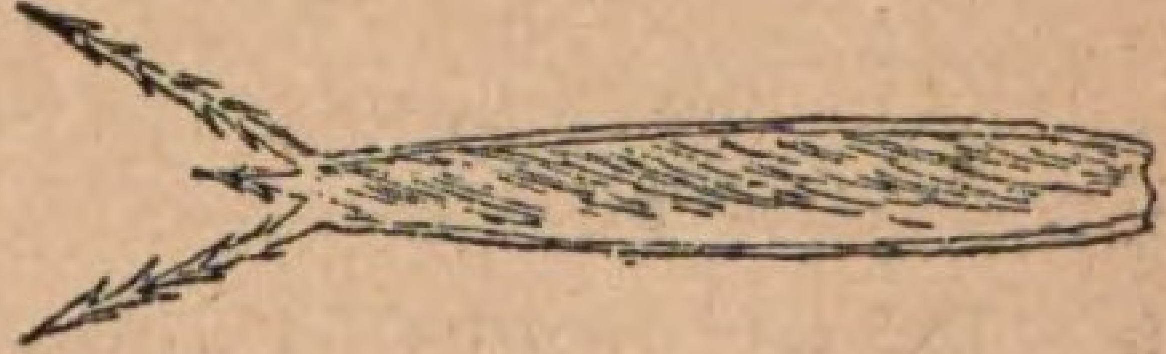

Fig. 8. Samen von Bidens.

Zahlreich sind auch Früchte und Samen, die durch klebrige Stoffe an vorbeistreifenden Tieren hängen bleiben und so verbreitet werden. Bei den Samen der Mistel, deren Beeren nicht von Drosseln verzehrt wurden, kommt es bei feuchter Witterung zum Aufquellen des sie umgebenden, sehr zähen, klebrigen Schleimes, die Beeren brechen auf und die Samen bleiben an Vögeln, die mit der Mistel in Berührung kommen, hängen, bis sie an irgend einem Ast wieder abgestreift werden. Auch die Zaunrübe, Bryonia, besitzt solche in klebrigen Schleim gehüllte Samen. Bei einer Salbeiart, Salvia glutinosa, werden zur Zeit der Samenreife die ganzen Früchte mit dem Kelch von der Pflanze losgelöst, indem die mit

klebrigem Saft überzogenen Drüsenhaare des Kelches sehr fest an vorüberstreifenden Tieren heften und von der Pflanze abreißen.

Bei dieser in so verschiedenartiger Weise ausgebildeten Fähigkeit der Pflanzen, sich zu verbreiten und auszubreiten, ist es begreiflich, daß die Pflanzendecke der Erde in ihrer Zusammensetzung an den einzelnen Punkten einer fortwährenden Veränderung unterworfen ist; wo heut ausgedehnte Wiesenflächen mit ihrem frischen Grün das Auge erfreuen, befand sich vielleicht hundert Jahre vorher ein unbetretbarer Sumpf, die rotblühende Heide hat sich über untergegangenen Eichenwäldern angesiedelt, und auch die wogenden Getreidefelder breiten sich auf ehemaligem Waldboden aus. Den größten Anteil an diesen Veränderungen hat der Mensch mit seinem immer wachsenden Bedarf an Land, aber auch da, wo er sich nicht einmischt, wird die Flora im Lauf meist längerer Zeit eine andere. Das ist nun wieder auf sehr verschiedene Ursachen zurückzuführen, die oft nur lokaler Natur sind, aber immer damit zusammenhängen, daß alle Pflanzen die Fähigkeit besitzen, sich durch ihre Samen oder andere für diesen Zweck besonders geeignete Organe weiter zu verbreiten.

Indessen erfolgt diese Weiterverbreitung zumeist ziemlich langsam und unauffällig; unter gewöhnlichen Verhältnissen wird das von einer Pflanzenart bewohnte Gebiet sich alljährlich nur unwesentlich verändern; wohl mag sich nach der einen oder anderen Richtung hin eine Neuansiedelung der Art einstellen, aber dafür verschwindet sie an einer andern Stelle oder sie wird auch dort in den nächsten Jahren wieder verdrängt. Nur vereinzelte Arten scheinen mitunter ein ganz plötzliches Expansionsvermögen zu erlangen, und auch dabei hilft der Mensch gewöhnlich sehr unfreiwilligerweise mit. Denn die Pflanzen, die zu einer raschen und weiten Verbreitung befähigt sind, gehören gewöhnlich auch gleichzeitig zu den Arten, deren Ansiedelung für den Menschen in keiner Weise von Vorteil ist, im Gegenteil, oft sind es besonders lästige und hartnäckige Unkräuter. Am meisten gelingt es solchen Pflanzen, sich über ausgedehnte Strecken rasch zu verbreiten, die durch den Menschen aus einem andern Erdteil eingeschleppt wurden, und nun in dem neuen Siedelungsgebiet womöglich noch günstigere Lebensbedingungen finden, als in ihrer alten Heimat.

Bei diesen Wanderungen einzelner Pflanzenarten lassen sich oft ganz interessante Erscheinungen wahrnehmen. Es zeigt sich beispielsweise gar nicht selten, daß die einheimische Flora durch

die fremden Eindringlinge stellenweise sehr zurückgedrängt, ja fast vernichtet wird, wie dies in manchen Gegenden Deutschlands den Wasserpflanzen infolge der geradezu unheimlich raschen Verbreitung der eingeschleppten Wasserpest ergangen ist. Dieses kleine, zierliche Pflänzchen mit dünnen, langgestreckten, fadenförmigen Stengeln und zu drei oder vier im Quirl stehenden, kleinen Blättern ist zuerst in einem Bassin eines botanischen Gartens in Irland gezogen worden und erregte schon damals, in den dreißiger Jahren des vorigen Jahrhunderts, Aufsehen durch seine enorm rasche Ausbreitung, nachdem es erst einmal der Gefangenschaft entflohen war. Das Interesse, das man infolge dieser Eigenschaften an der Pflanze nahm, bewirkte, daß sie auch bald in andern botanischen Gärten gezogen wurde, und auch hier entschlüpfte sie bald den Fesseln der Kultur, um sich im Fluge die Gewässer zu erobern. Und wie eroberte sie sich dieselben! Vom Grunde der Bäche, Kanäle oder Teiche stiegen ihre dicht gedrängten Stengel wie ein undurchdringlicher Wald empor, so daß die Schiffahrt stellenweise eingestellt werden mußte und selbst die Fische durch dieses unglaublich verworrene Dickicht nicht mehr hindurch konnten. Keine Reinigung half, im nächsten Jahre war der Kanal oder der Fischteich wieder in der gleichen Weise verwachsen, und schließlich lebte in diesen verseuchten Gewässern von Pflanzen nur noch die Wasserpest, alle Vertreter der heimischen Flora waren durch den unheimlichen Fremdling unterdrückt worden.

Fig. 9. Wasserpest (Elodea canadensis).

Nach und nach verschwand allerdings diese ungewöhnliche Wachstumsenergie der Wasserpest, ja sie räumte hier und da sogar wieder den einheimischen Arten das Feld, aber viele von diesen

letzteren kamen nicht mehr wieder, sie waren durch die Wasserpest dauernd in der Gegend ausgerottet worden. Jetzt ist die Wasserpest nur noch an einzelnen Stellen ein lästiges Wasserunkraut und verhält sich im allgemeinen kaum anders, als einige unserer einheimischen Wasserpflanzen. Worauf aber diese zuerst so enorm gesteigerte Wachstumsenergie und später das allmähliche Nachlassen derselben zurückzuführen sein mag, ist noch sehr wenig stichhaltig erklärt. Die rasche Ausbreitung und die Verdrängung der einheimischen Pflanzenwelt ist freilich leichter zu erklären. Jedes kleine Ästchen oder abgerissene Zweigstückchen keimt zu einer neuen Pflanze aus; jeder Kahn aber, der durch ein Dickicht der Wasserpest fährt, reißt eine Anzahl Zweige ab, die teils an dem Nachen hängen bleiben und mit diesem weiter verschleppt werden, besonders stromaufwärts, teils aber vom Wasser stromab getrieben werden, so daß zusammenhängende Wasserläufe sehr bald überall von der Wasserpest besiedelt sind, wenn sie sich erst irgendwo in ihnen eingestellt hat. In abgeschlossene Seen, Teiche oder kleinere Wasserlöcher gelangt sie hauptsächlich durch Wasservögel, besonders Enten, denen beim Auffstehen oft einmal kleine Zweigstückchen an den Rudern hängen bleiben, die dann in einem andern Gewässer abgestreift werden und sich hier weiter entwickeln.

So ist die rasche Wanderung der Wasserpest hinreichend erklärt, und daß sie die einheimische Flora verdrängte, ist ebenfalls nichts Absonderliches; sehen wir doch an unsern Kulturpflanzen, daß viele von ihnen durch andere Pflanzen, die wir dann als Unkräuter bezeichnen, unterdrückt werden würden, wenn ihnen nicht der Mensch zu Hilfe kommen würde. Die Wasserpest war eben unter den gegebenen Verhältnissen die stärkere, der die andern weichen mußten.

Das Merkwürdige liegt aber darin, daß sie diese anfängliche Überlegenheit allmählich wieder einbüßte, daß nicht nur ihr Wanderungsvermögen, sondern auch ihre Wachstumsenergie so auffallend nachgelassen haben. Man nimmt gewöhnlich an, daß dies mit der Art ihrer Vermehrung in unserm Weltteil zusammenhängt. Bei uns ist nämlich nur die weibliche Pflanze verwildert, die männliche fehlt, und die Vermehrung kann deshalb nur auf rein vegetativem, ungeschlechlichem Wege durch abgerissene Zweigenden, Knospen vor sich gehen, da Samen ja nicht gebildet werden können. Man hat aber schon bei mehreren Pflanzen die Wahrnehmung gemacht, daß eine fortgesetzte, ausschließlich vegetative Vermehrung zu einer allmählichen Degeneration und besonders zu einer Abnahme der Wachstumsenergie führt; vielleicht ist das auch bei der Wasserpest der Fall.

Nicht alle unter den fremden Einwanderern in unsere Flora fühlen sich so wohl, daß sie dauernd heimisch werden; die meisten sind dem Kampf mit den alteingesessenen Arten, mit dem ungewohnten Klima oder dem ungeeigneten Boden nicht gewachsen und verschwinden nach kurzer Anwesenheit wieder vollständig. Solche vorübergehende Einwanderung kann man in großem Maß-

Fig. 10. Nachtkerze (Oenothera).

stabe da beobachten, wo überseeische Waren, besonders Getreide, Wolle, Baumwolle usw. einem Reinigungsprozeß unterworfen werden. Dabei werden eine Menge verschiedener Pflanzensamen entfernt und zum Teil auch in der Umgegend verstreut; manche finden einen geeigneten Platz zum Keimen und entwickeln sich, bringen auch oft Samen und können sich mehrere Jahre hintereinander erhalten. Meist aber verschwinden sie bald wieder, und die Flora ist an solchen Plätzen einem steten Wechsel unterworfen.

So zeigen sich in der Umgebung des Mannheimer Rheinhafens alljährlich eine große Anzahl fremder Pflanzen, von denen im nächsten Jahr nur noch ein kleiner Teil wieder auftritt, während dafür andere, neue sich einfinden.

Unter den fremden Einwanderern, die bei uns dauernd heimisch geworden sind, gibt es auch einzelne, die jetzt zu den schönsten Zierden unserer Flora gehören und sich dabei durchaus nicht als lästige Unkräuter bemerkbar machen. Dazu ist vor allem die Nachtkerze (Oenothera biennis, Fig. 10) zu rechnen, eine stattliche Pflanze mit großen gelben Blüten und zartem Duft, aus Nordamerika stammend und bei uns schon fast dreihundert Jahre eingebürgert. Sie wächst am liebsten auf sandigem Boden, an frisch aufgeworfenen Dämmen, neu angelegten Straßen und Plätzen, auf alten Sandbänken und Anschwemmungen an Flußläufen. An Bach- und Flußläufen hat sich stellenweise auch eine andere zierliche Amerikanerin, die Gauklerblume (Mimulus luteus) mit ihren großen, schönen, gelben Rachenblüten angesiedelt. In Parkanlagen und Laubgehölzen der Ebene und des Hügellandes ist jetzt die aus der Mongolei stammende kleinblütige Balsamine, eine Schwester unseres heimischen Rührmichnichtan, eine weitverbreitete Erscheinung, und auf den trockensten und ödesten Plätzen, mit Vorliebe zwischen den Eisenbahnschienen der Sekundärbahnen, hat das kanadische Berufskraut (Erigeron canadense) aus Nordamerika eine Heimstätte gefunden.

Aber wir sind nicht etwa allein mit fremder Einwanderung beglückt worden, sondern haben auch reichlich ebensoviel, wenn nicht erheblich mehr, an andere überseeische Länder abgegeben. So wird angegeben, daß die Flora um Buenos Aires fast zu $^2/_3$ aus eingewanderten Pflanzen besteht, von denen die meisten aus dem Mittelmeergebiet stammen. Der Wegerich hat sich fast überall eingestellt, wo das Land durch Europäer in Kultur genommen wurde, und die Brennessel schließlich, die jetzt in der ganzen Welt vorkommt, ist ebenfalls mit dem Menschen von Land zu Land, von Weltteil zu Weltteil gewandert.

II. Kapitel.

Schutzeinrichtungen und Anpassungserscheinungen.

Weite Strecken der Erde werden von einem grünen Teppich der Pflanzenwelt bedeckt; überall, wo selbst nur ein kurzer

Sommer das Leben auf Monate oder Wochen hervorruft, oder spärlicher Tau die regenlose Wüste befeuchtet, siedeln sich noch Pflanzen an, bald dicht nebeneinander und sich gegenseitig Raum, Licht und Nahrung streitig machend, bald spärlich und vereinzelt, wie es die Ungunst der Verhältnisse mit sich bringt. Es gibt nur wenig Plätze auf der Erde, die das ganze Jahr hindurch völlig ohne Pflanzenwuchs sind.

Wo der Mensch von dem Lande Besitz ergriffen hat, ist gewöhnlich die Pflanzengesellschaft verschwunden, die ursprünglich sich da angesiedelt hatte; oder sie ist doch verändert in ihrer Zusammensetzung. Oft verschwinden einzelne Arten ganz und müssen anderen Platz machen, die der Mensch anbaut, um in irgend einer Weise Nutzen von ihnen zu ziehen. Wo aber die Pflanzenwelt noch in ihrer ursprünglichen Jungfräulichkeit vorhanden ist, da bildet sich oft ein besonderes Gesellschaftsleben der Pflanzen heraus; es treten bestimmte Arten zu einer Genossenschaft zusammen, in der keine fremden Pflanzen geduldet werden.

Die Entstehung solcher Pflanzengenossenschaften ist im wesentlichen durch klimatische Verhältnisse und chemisch-physikalische Eigenschaften des Bodens bedingt. Je extremer diese nach der einen oder anderen Richtung hin sind, um so exklusiver werden auch die Pflanzengesellschaften, um so weniger sind andere Arten, die nicht dazu gehören, imstande, sich einzudrängen und im Kampfe ums Dasein mit den für diese Verhältnisse besser ausgestatteten Schwestern zu konkurrieren.

Auch in unserem seit Jahrhunderten kultivierten Lande finden sich noch solche Genossenschaften, die sich wohl oft nur wenig verändert haben: die Wiesen. Während die Wälder mehr oder weniger künstlich durch den Forstmann herangezogene Genossenschaften darstellen, bei denen durch die Kultur nur die Entwickelung bestimmter Arten gestattet, die anderer künstlich unterdrückt wird, befinden sich viele Wiesen noch in

einer Art Urzustand, indem man die Pflanzengesellschaft, die sich da entwickelte, oft gerade in ihrer ursprünglichen Zusammensetzung verwenden konnte. Das Heer der Gräser ist sehr exklusiv, und die Zahl der Pflanzen, die sich zwischen ihnen entwickeln können, ist keine sehr große. Freilich hat auch hier der Mensch vielfach seine bessernde Hand angelegt und Kunstwiesen geschaffen, schlechtere Futtergräser durch bessere ersetzt, andere, nicht als Futterpflanzen dienende Arten ganz auszurotten versucht, aber es gibt auch noch Wiesen genug, auf denen noch heute wächst, was seit alters her da gewachsen ist.

Die Wiesen selbst tragen natürlich ebenfalls durchaus nicht denselben Charakter an allen Orten; je nach dem Boden und den Feuchtigkeitsverhältnissen, auch nach der Höhenlage sind die einzelnen Komponenten der Wiesen sehr verschiedenartig. In feuchten, sumpfigen Niederungen herrschen die sogenannten sauren Gräser (Cyperaceen) vor; ihnen gesellen sich nicht selten Junkaceen, oft in beträchtlicher Menge, bei. Ebenso bilden diese Pflanzen wieder auf extrem trockenem, sandigem Boden vielfach den Hauptbestandteil. Lehmiger Boden mit mäßiger Feuchtigkeit, ohne zu Sumpfbildung zu neigen, wird von den süßen Gräsern, den Gramineen, bevorzugt. Oft findet man dicht nebeneinander zwei Wiesen, die aus ganz verschiedenen Pflanzenarten gebildet werden. Wie sich das Pflanzenleben an den verschiedenen Standorten bei uns in der Gegenwart gestaltet, wird in dem nächsten Kapitel erläutert werden.

Ähnliche Bildungen von charakteristischen Pflanzengenossenschaften werden nun auch durch das Klima bedingt, und hier treten uns oft Erscheinungen noch viel auffallenderer Art entgegen. Bodenbeschaffenheit, Temperatur, Feuchtigkeitsverhältnisse, Licht, Wind wirken unendlich mannigfaltig, wie sie selbst in den verschiedenen Gegenden der von den Pflanzen

bewohnten Erde unendlich verschiedenartig sind, und die Pflanzen sind gewissermaßen Produkte dieser Verhältnisse ihrer Heimat. Würden wir unsere deutsche Eiche in die schwülen Urwälder der Tropen versetzen, oder Bananen in die Heiden des norddeutschen Flachlandes, epiphytische Orchideen der Tropen an den Stämmen australischer Buschgehölze oder eine Wüstenpflanze in schottischen Hochmooren ansiedeln, sie alle würden eingehen, weil sie an die ihnen fremden Verhältnisse nicht angepaßt sind.

Diese Anpassungen kommen oft schon äußerlich, im Aussehen der Pflanze zur Geltung; vielfach lehrt uns erst das Mikroskop, durch welche Mittel den Pflanzen die Existenz unter besonderen Verhältnissen ermöglicht wird. Wir finden dabei Einrichtungen, welche dazu dienen, klimatische oder chemisch-physikalische Verhältnisse auszunützen, die anderen Pflanzen das Leben unmöglich machen würden, aber auch Einrichtungen, die zum Schutz gegen äußere ungünstige Einflüsse der verschiedensten Art dienen.

Wenn wir die einzelnen Faktoren, welche die Zusammensetzung des Pflanzenteppichs an den verschiedenen Orten der Erde beeinflussen, näher betrachten, so finden wir zunächst, daß die chemische Beschaffenheit des Bodens mitunter eine ganz eigene Flora erzeugt hat. Es sei hier besonders an die Salz- und Kalkpflanzen erinnert. Auf unseren Kalkgebirgen wachsen gewöhnlich eine Anzahl Pflanzen, die anderwärts nicht vorkommen, die also speziell kalkliebend sind. Ebenso gibt es aber auch Pflanzen, welche wohl auf Kieselboden sehr gut gedeihen, aber Kalk meiden. Man nennt solche Arten, die nur auf einer bestimmten Bodenart vorkommen, bodenstet, während Arten, die überall gedeihen, bodenvag heißen. Annagallis caerulea, das blaue Gauchheil, ist z. B. eine Kalkpflanze und findet sich nur auf Kalkboden. Während man diesen Kalkpflanzen aber im allgemeinen keine besonderen

Eigentümlichkeiten anmerkt, zeigen die Salzpflanzen zuweilen auch schon äußerlich einen etwas abweichenden Typus, der sie sofort als eine eigene physiologische oder biologische Gruppe erkennen läßt. Vielen Salzpflanzen fehlt die rein chlorophyllgrüne Farbe, sie zeigen einen mehr graurötlichen Ton und sind meist mit fleischigen Stengeln und Blättern ausgerüstet. Bei uns kommen als Salzpflanzen besonders Salsola Kali und Salsola Soda vor; übrigens sind aber ganze Familien als Salzpflanzen zu betrachten, namentlich alle Chenopodiaceen, auch die Amaranthaceen und viele Kruziferen. Andere wieder, wie Rosen, Orchideen und Moose, meiden das Salz.

Ebenso wie Salz und Kalk beeinflußt auch das Vorhandensein von Zinksalzen die Flora; sogar zur Bildung besonderer Varietäten hat der Galmeiboden geführt so die kleinblütige Galmeivarietät des gelben Veilchens, Viola lutea, var. calaminaria. Auch andere Arten, Alsine verna, Armeria vulgaris, Thlaspi alpestre, var. calaminarium, sind entweder ganz an Galmei gebunden oder bevorzugen ihn doch in auffallender Weise.

Interessant ist aber die Erscheinung, daß die Pflanzen nicht an allen Stellen durchaus an die chemische Bodenbeschaffenheit gebunden sind, daß z. B. manche Arten, die in der einen Gegend ausschließlich auf Kalk vorkommen, in einer anderen auch auf kalkarmem Boden gedeihen und umgekehrt. In diesen Fällen hat sich dieselbe Art in der einen Gegend im Lauf der Zeit an Kalkboden, in einer anderen Gegend an kalkarmen Boden angepaßt.

Bei den Sumpfpflanzen kommt außer der chemischen Beschaffenheit auch noch der Wasserreichtum zur Geltung. Ebenso kommt bei den stein- und rindenbewohnenden Moosen und Flechten die Unterlage in Frage; denn es gibt Moose, welche nur Rinden, und Moose, welche nur Felsen bewohnen.

Nicht minder einflußreich hinsichtlich der Zusammensetzung einer Flora erweist sich die Höhenlage. Hier wirken die sehr

verschiedenen Faktoren, die zusammen das Klima eines Ortes bedingen, um ganz besondere, oft streng geschiedene Floren zu bilden. In der Ebene wachsen andere Pflanzen als in der Hügelregion, und hier andere als im Hochgebirge. Und jede Pflanze hat im Gebirge eine Grenze, bis zu welcher sie ansteigt, darüber hinaus gedeiht sie nicht mehr, weil sie den klimatischen Verhältnissen, die sich ja mit größerer Höhe ändern, nicht mehr angepaßt ist. Auch die Pflanzen des Hochgebirges gedeihen nicht gut in der Ebene, sie gehen entweder zugrunde oder sie nehmen ein ganz anderes Aussehen an, indem sie sich eben den veränderten Verhältnissen anpassen. Ein bekanntes Beispiel ist das Edelweiß, dessen leuchtende Blütenköpfchen im Hochgebirge das Ziel rüstiger Bergsteiger sind in der Ebene werden daraus zwar größere, aber häßliche, unscheinbare, graue, langgestielte Blütenstände, die man kaum mehr für Edelweiß halten möchte.

Dagegen finden sich sehr häufig Pflanzen, die bei uns nur im Hochgebirge, oft an der Grenze des ewigen Schnees, vorkommen, in hochnordischen Ländern in der Ebene wieder; hier liegen eben die gleichen Bedingungen ihrem Gedeihen zugrunde, lange Winterkälte mit mächtigen Schneemassen, kurzer Sommer mit intensiver Lichtwirkung.

Untersuchen wir nun die einzelnen Faktoren des Klimas und ihre Einwirkungen auf die Pflanzen, so finden wir, daß die letzteren oft in uns erkennbarer Weise an besondere klimatische Verhältnisse angepaßt sind.

Besonders trockene, regenarme Landstriche bringen Pflanzen hervor, die sich nicht nur durch eine dicke, für Wassergas möglichst undurchlässige Außenschicht vor allzugroßer Verdunstung schützen, sondern meist auch noch die Fähigkeit besitzen, während großer Dürre in einen Ruhezustand zu treten, aus dem sie dann ohne Schädigung beim Vorhandensein genügender Feuchtigkeit wieder erwachen. Das letztere ist nament-

lich bei verschiedenen Kryptogamen, Algen, Moosen und besonders Flechten der Fall, auch die zu den Pteridophyten gehörige Selaginella lepidophylla verträgt vollkommenes Austrocknen, ohne abzusterben.

Bei höheren Pflanzen, die in wasserarmen und regenarmen Gegenden wachsen, ist ein vollkommenes Austrocknen ohne schwere Schädigung oder Tod nicht möglich, weshalb

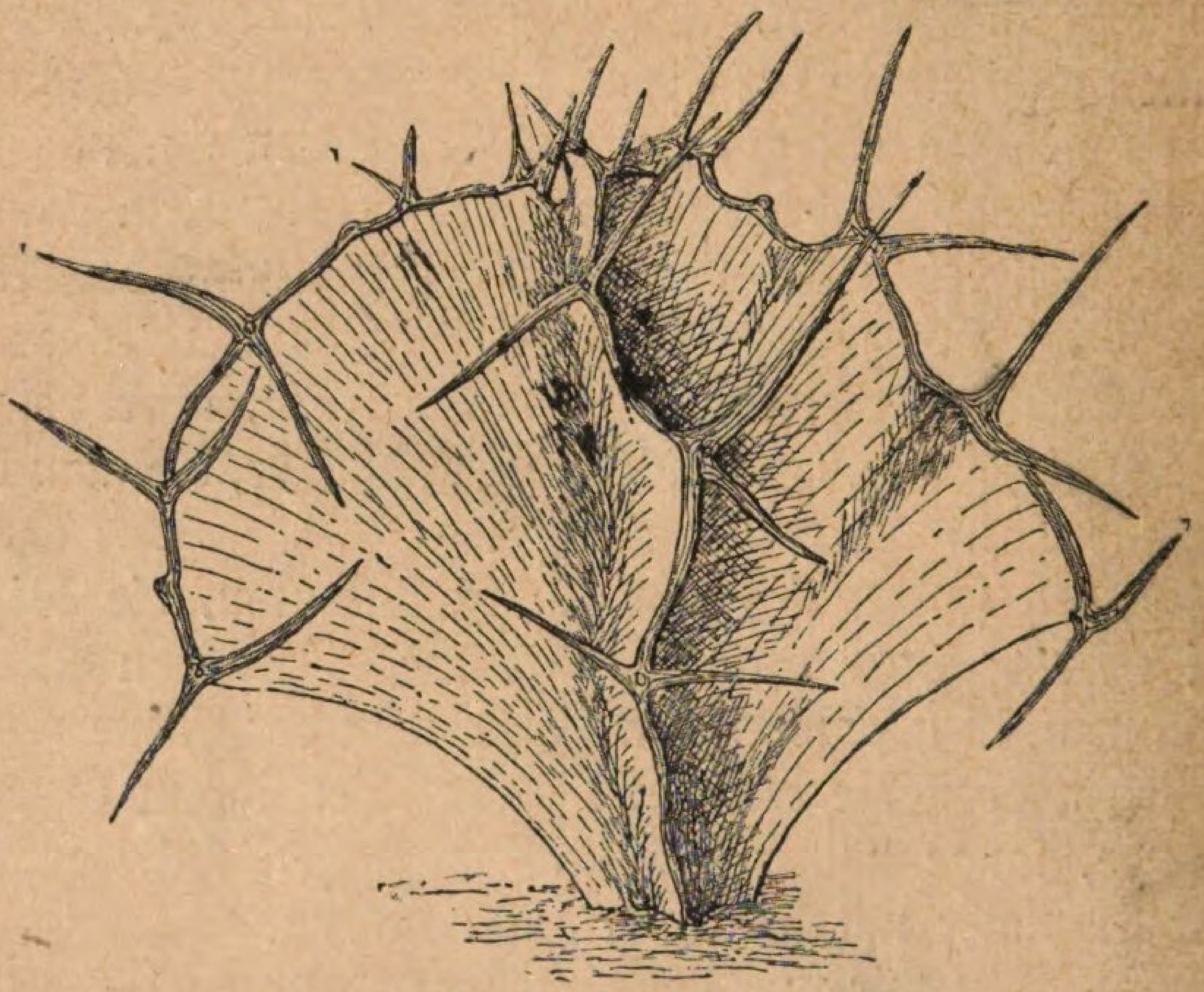

Fig. 11. **Euphorbia grandicornis.**

diese Pflanzen während der trockensten Zeit entweder auf irgend eine Weise die Verdunstung möglichst einschränken oder für genügenden Vorrat an Wasser sorgen, was selbst wieder in sehr verschiedener Form geschehen kann. Sehr oft kommt sowohl Einschränkung der Verdunstung wie Wasserspeicherung vereint vor.

Die Einschränkung der Verdunstung wird in radikaler Weise durch die Entfernung der hauptsächlich verdunstenden Organe, der Blätter, bewirkt. Wir finden deshalb im Gegen-

satz zu unseren winterdürren Wäldern in heißen Gegenden sommerdürre Bäume und Sträucher, welche bei Eintritt der heißen, trockenen Jahreszeit ihr Laub abwerfen und im Beginn des Winters, d. h. der kühlen und feuchten Periode wieder ergrünen. Besonders auffallende Beispiele sind die Catinga Brasiliens, die im Sommer unseren laublosen Winterwäldern ähnlich sind.

Ebenso wird die Wasserverdunstung erheblich dadurch eingeschränkt, daß die transpirierende Oberfläche möglichst verringert wird, und die Blätter entweder gar nicht, oder nur in unscheinbaren, für die Transpiration wenig in Betracht kommenden Formen zur Entwickelung gelangen. Dies finden wir in ausgeprägtestem Grade bei den Kakteen und vielen Euphorbien (Fig. 11), deren Blätter zu Stacheln umgewandelt sind, und deren Stamm im Verhältnis zur Oberfläche meist ziemlich großen Inhalt besitzt. Bei diesen Pflanzen, die noch aus anderen Gründen für das Leben in trockenen Gegenden besonders angepaßt sind, ist begreiflicherweise die Transpiration äußerst gering; allerdings ist damit auch eine Verringerung der assimilierenden Flächen verbunden, und das Wachstum deshalb bei der geringen Bildung organischer Substanzen ein sehr langsames.

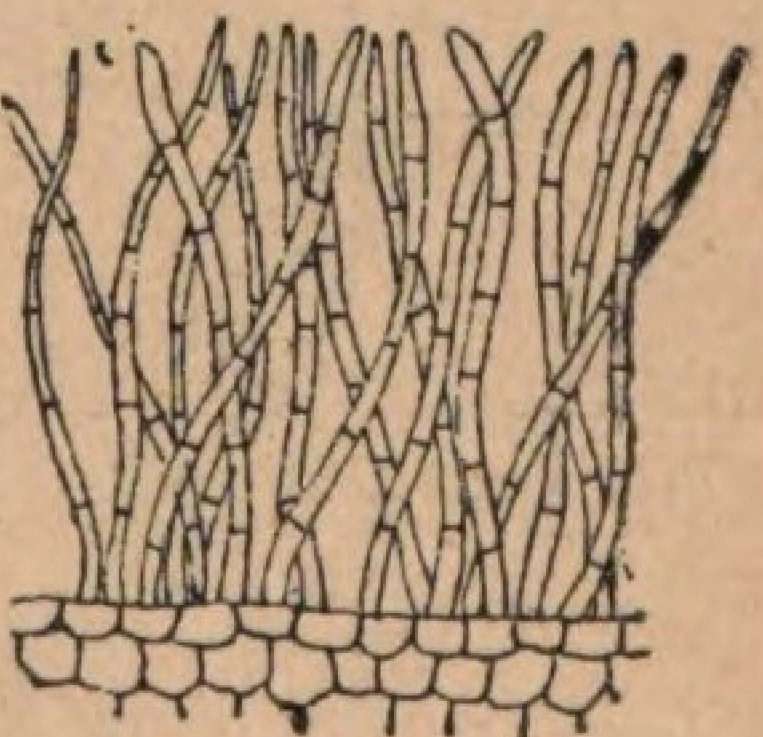

Fig. 12. Haarüberzug von Blättern zum Schutz gegen zu starke Verdunstung. Blattquerschnitt (vergrößert).

In geringerem Grade wirken auch andere Schutzeinrichtungen herabsetzend auf die Wasserabgabe, besonders lederartige Beschaffenheit der Blätter, Wachs- oder dichte Haarüberzüge (Fig. 12), besonders geschützte Lage der Spaltöffnungen, doch würden diese Einrichtungen nicht ausreichen, um den Pflanzen das Leben in den fast regenlosen Wüsten zu gestatten. Dagegen gewähren sie den Pflanzen in Gegenden

mit im allgemeinen heißem und trockenem, aber durch öftere Regen gemäßigtem Klima meist genügenden Schutz vor dem Vertrocknen. Eine umfangreiche Vegetation von Bäumen und namentlich Sträuchern mit lederartigen Blättern (Myrte, Lorbeer, Oliven, Buchsbaum usw.) findet sich z. B. in den Mittelmeerländern, hier die charakteristische Formation der Maquis bildend. Hier treten zwar reichliche Regenfälle ein, dazwischen aber liegen glühend heiße, mit großer Lufttrockenheit verbundene Perioden, die hohe Anforderungen an die Transpiration der Pflanzen stellen.

Viele Pflanzen in Gegenden mit trockenem Klima sorgen für genügenden Wasservorrat während der trockenen Zeit. Manche, insbesondere viele echte Wüstenpflanzen, treiben außerordentlich lange Wurzeln, die ganz außer Verhältnis zu den meist kleinen, unansehnlichen oberirdischen Teilen der Pflanze lang sind und bis in die Tiefen dringen, in denen sich selbst in jenen trockenen Gegenden Grundwasser findet. Ein wunderbares Beispiel ist die Koloquinte (Citrullus Colocynthis), die sogar verhältnismäßig viel Wasser verdunstet und fast gar nicht gegen zu starke Transpiration geschützt ist.

Meist besitzen Pflanzen, welche für genügenden Wasservorrat sorgen, besondere als Wasserspeicher ausgebildete Gewebe, eine Einrichtung die bei den Sukkulenten zur höchsten Entwickelung gekommen ist. Durch die Verringerung der transpirierenden Oberfläche kommt es auch gleichzeitig zur Vergrößerung des Inhaltes, Blätter und Stämme werden verhältnismäßig dick und fleischig, indem sich die inneren Gewebsschichten zu Wasserspeichern umbilden. Die Sukkulenten sind deshalb auch äußerlich schon an den dicken Blättern und Stämmen kenntlich. Man unterscheidet Blattsukkulenten und Stammsukkulenten; die ersteren sind auch bei uns durch mehrere, den Krassulaceen angehörende Arten von Fetthenne (Sedum) und Dachwurz (Sempervivum [Fig. 13]) ver-

treten. Als Beispiele für Stammsukkulenten können wieder die ausschließlich in Amerika heimischen Kakteen dienen. In der Karrooformation Südafrikas entsprechen eigentümliche succulente Euphorbien den amerikanischen Kakteen; derselbe Zweck, Wasserspeicherung, verbunden mit möglichster Verringerung der transpirierenden Oberfläche, hat manche Arten dieser beiden so sehr verschiedenen Pflanzenfamilien äußerlich überraschend ähnlich gemacht.

Man hat alle Pflanzen, die in einem heißen und namentlich trockenen Klima leben und für diese Lebensweise angepaßt sind, Xerophyten genannt und den Hygrophyten gegenübergestellt, die in einem feuchteren, namentlich niederschlagsreicheren Klima leben. Bei den letzteren finden sich keine so ausgesprochenen Anpassungserscheinungen, doch findet man auch bei ihnen in besonders regenreichen Gegenden, wie z. B. im Kamerungebirge, gewisse Einrichtungen, die schädlichen Einwirkungen des Regens begegnen sollen. Eine sekundäre Schädigung durch zuviel Regen ist die überreiche Ansiedelung von epiphytischen Kryptogamen, besonders Algen, welche die feuchten Blätter überspinnen und nicht nur den Gasaustausch, der in so feuchtem Klima besonders wichtig ist, einschränken, sondern auch eine ausgiebige Assimilation verhindern, indem sie den Zutritt des Lichtes zur Blattoberfläche wesentlich vermindern. Deshalb haben sich bei Pflanzen in besonders regenreichen Gegenden vielfach lange Stachelspitzen an den Blättern ausgebildet, welche das Abtropfen des auffallenden Regens befördern.

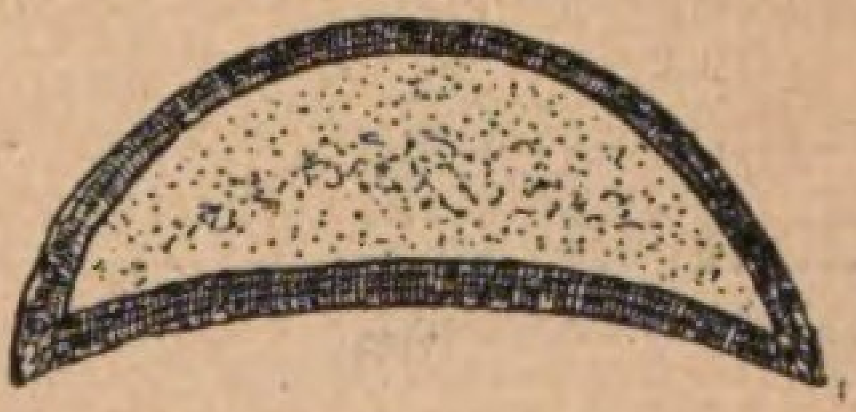

Fig. 13. Blattquerschnitt von Sempervivum. Das chlorophyllhaltige (Assimilations-)Gewebe ist dunkel schraffiert, das Wassergewebe ist hell gehalten (vergrößert).

In Gegenden mit ausgesprochener Trennung in trockene und feuchte Jahreszeit spielt sich das eigentliche Pflanzenleben in der letzteren ab; hier ist die feuchte Jahreszeit der

Sommer, die trockene der Winter, ohne Rücksicht auf den Stand der Sonne oder den Kalender. In den Steppen der Neuen und Alten Welt weckt die Regenzeit eine Fülle üppigen Pflanzenlebens, welches fast spurlos verschwindet, wenn der Wasservorrat des Bodens zu Beginn der trockenen Jahreszeit zu Ende geht. Die oberirdischen Teile der Pflanzen sterben ab, und nur in den unterirdischen, den Wurzeln und Rhizomen, die der Verdunstung wenig ausgesetzt sind, bleibt das Leben erhalten. Deshalb sind die Steppen besonders die Heimat der Stauden- und Zwiebelgewächse, die jedes Jahr die oberirdischen Teile neu entwickeln, um nach der Samenreife bis auf die geschützten, Reservestoffe sammelnden unterirdischen abzusterben. Auch manche einjährige Pflanzen kommen in den Steppen vor, aber ihre Vegetationsdauer ist, den klimatischen Verhältnissen entsprechend, oft so kurz, daß zwischen der Keimung des Samens und der Samenreife der Pflanze nur wenige Wochen liegen.

Äußerlich meist weniger auffallend, darum aber nicht minder verbreitet, sind die Anpassungen der Pflanzen an verschiedene Intensitätsgrade des Lichtes. Wir finden ausgesprochene Lichtpflanzen, die nur dann gedeihen, wenn sie dem vollen, ungehinderten Lichtzutritt ausgesetzt sind, und vollkommene Schattenpflanzen, die im Dunkel des Waldes oder in Höhlen ihr Leben fristen und im vollen Licht eingehen würden. Andere Pflanzen sind wieder auf eine verschiedene Intensität der Beleuchtung eingerichtet, wie die sogenannten Kompaßpflanzen (bei uns z. B. Lactuca scariola), welche ihre Blätter bei intensiver Belichtung parallel den einfallenden Lichtstrahlen, bei schwacher senkrecht dazu stellen.

Zu den Schattenpflanzen gehören unsere meisten Zimmerpflanzen; sehr lichtbedürftige Pflanzen gedeihen nicht im Zimmer. Besonders wenig lichtbedürftig ist die als Blattpflanze viel gezüchtete Plectogyne variegata, die auch noch

in den dunkelsten Zimmerecken fortkommt, während sie sogar weniger gut am Fenster gedeiht. Sehr geringe Mengen Licht reichen auch für ein interessantes Laubmoos, Schistostega osmundacea (Fig. 14), aus, welches in Höhlen und Felsspalten wächst. Die Zellen seines eigentümlichen Vorkeims sind linsenförmig, mit am Grunde liegenden Chlorophyllkörnern; sie wirken auch wie Sammellinsen, indem sie die wenigen aufgefangenen Lichtstrahlen auf die Chlorophyllkörner konzentrieren. Eine eigentümliche Wirkung dieses gesammelten und zum Teil wieder reflektierten Lichtes ist es, daß die Vorkeime dieses Mooses im Dunklen zu leuchten scheinen.

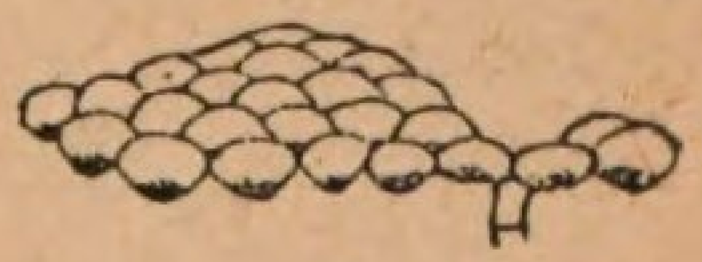

Fig. 14. Protonema von Schistostega osmundacea (vergrößert).

Von den Schutzmitteln der Pflanzen sind noch diejenigen gegen Tierfraß besonders ausgebildet. Schon die äußerliche Beschaffenheit der Pflanze schützt sie vielfach gegen das Abweiden durch größere, pflanzenfressende Tiere. Dornen und Stacheln, die das Maul der Pflanzenfresser verwunden, sind vielen Pflanzen eigen und erfüllen ihren Zweck im allgemeinen vollkommen. An den Rainen und Wegrändern, auch auf trockenen Wiesen und Weiden kommt bei uns nicht selten ein kleiner, rotblühender, zierlicher Strauch, Hauhechel (Ononis spinosa), vor, der zu den Schmetterlingsblütlern gehört und kaum das Gras an Höhe übertrifft. Seine saftigen Stengel werden von dem weidenden Vieh nicht berührt, weil er reich an Dornen ist und das Vieh sehr bald die kleinen, bewehrten Pflanzen von dem ungefährlichen Grase unterscheiden und meiden lernt. Daß sich diese Schutzeinrichtungen besonders in Gegenden entwickeln, deren Pflanzenwuchs überhaupt gering ist und deshalb ohne solche Wehrhaftigkeit von den Pflanzenfressern vernichtet werden würde, ist von vornherein zu erwarten und hat sich tatsächlich auch erweisen lassen. Dazu

kommt dann auch noch, daß bei diesen Pflanzen die Blätter aus anderen Ursachen (z. B. trockenes Klima) oft sehr reduziert werden und sich zu dornigen Gebilden umformen, wie bei den Kakteen. Ebenso sind besonders harte, holzige, lederartige Beschaffenheit der Pflanzenteile ein guter Schutz gegen Tierfraß.

Ein anderes Schutzmittel gegen Tierfraß besteht darin, daß viele Pflanzen in ihrem Gewebe scharfe, beißende oder giftige Stoffe absondern. Unsere gewöhnliche Wolfsmilch (Euphorbia Cyparissias), die ebenfalls vielfach auf unseren trockenen Weiden, an Wegrändern und Rainen steht, wird von dem weidenden Vieh vollkommen verschmäht, weil der scharfe, giftige, weiße Milchsaft sie schützt. Freilich ist dieser Schutz nicht allen Tieren gegenüber wirksam, die Raupen des Wolfsmilchschwärmers kommen nur auf der Wolfsmilch vor und sind vollkommen an sie angepaßt; ihnen scheint der giftige Saft sehr gut zu bekommen. Die zahlreichen Pflanzengifte scheinen vorzugsweise berufen zu sein, vor Tierfraß zu schützen; dies gilt auch besonders von den Alkaloiden, die in vielen Pflanzen enthalten sind. Auch das Kalkoxalat, welches namentlich in Form von feinen Nadeln (Rhaphiden, Fig. 15) in vielen Blättern vorkommt, übernimmt z. B. den Schnecken gegenüber eine schützende Rolle.

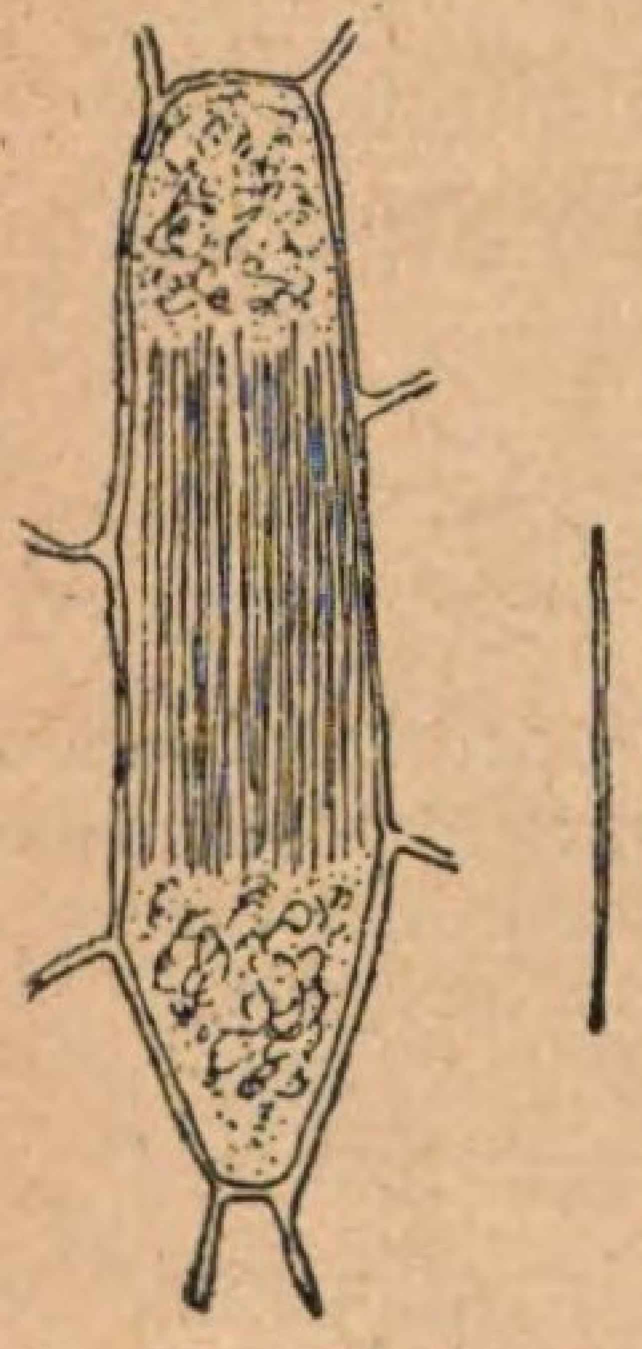

Fig. 15. Rhaphidenhaltige Zelle, rechts einzelner Kristall daraus.

Nicht immer sind es ausgesprochene Gifte oder ätzende Stoffe, die eine Schutzwirkung bedingen, vielfach sind es Körper die durch bitteren oder unangenehmen Geschmack abschrecken, wie beim Tausendgüldenkraut (Erythraea Centaureum), Arnika, oder stark riechende Substanzen, ätherische Öle usw., wie bei Salvia officinalis, Thymus Serpyllum u. a.

Ebenso werden Brennhaare gemieden; unsere Brennnesseln, die in ihren Drüsenhaaren (Fig. 16) eine höchst unangenehm brennende Flüssigkeit besitzen, werden vom Rindvieh verschmäht, dagegen von Gänsen, die scheinbar unempfindlich gegen den Brennstoff sind, mit Vorliebe gefressen. Hierbei mag auch erwähnt werden, daß eine Anzahl anderer Pflanzen, insbesondere Lamium album, der weiße Bienensaug oder Taubnessel, wegen ihrer Ähnlichkeit mit Brennesseln von Tieren verschont wird. Ein Schutz, der durch Ähnlichkeit mit gefährlichen oder ungenießbaren, oder doch wenigstens gemiedenen Pflanzen resp. Tieren erreicht wird, kommt nicht selten vor und wird als Mimikry bezeichnet; sie ist häufiger im Tierreich, namentlich bei Insekten, zu finden.

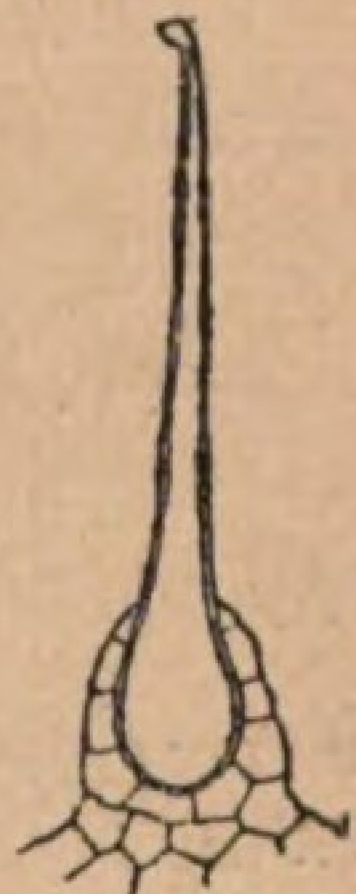

Fig. 16. Brennhaar der Brennnessel

III. Kapitel.

Das Pflanzenleben an den verschiedenen Standorten.

Die Mannigfaltigkeit in der Zusammensetzung der grünen Pflanzendecke unserer Erde ist eine außerordentlich große, und doch begegnen wir an gleichen Orten immer wieder einigen für diese Standorte charakteristischen Pflanzen; es bilden sich Pflanzengesellschaften aus Arten, die unter gleichen Bedingungen am besten gedeihen, während andere, die auch andere Ansprüche an den Standort erheben, gar nicht oder nur zufällig in dieser fremden Genossenschaft auftreten.

Schon der erste kleine Spaziergang auf einem Feldweg läßt uns am Wegesrande diese Verschiedenheit der Pflanzengesellschaften erkennen. Es ist eine eigenartige Gesellschaft

von Pflanzen, die sich am Wegesrande ansiedelt! Sie sind gewöhnt, gelegentlich einmal einen Fußtritt zu bekommen, dick mit dem Staube der Straße bedeckt zu werden und aus dem oft steinharten, festgetretenen Boden ihre Nahrung zu beziehen. Haben sie denn eine besondere Vorliebe für das Leben auf und an der Landstraße, daß sie sich alle Mißhandlungen gefallen lassen, nur um den von anderen Pflanzen gemiedenen Standort bewohnen zu dürfen? So möchte man fast fragen, wenn man an den verschiedensten Wegen und Straßen immer wieder denselben Pflanzengestalten begegnet.

Aber nicht die Vorliebe für den Straßenrand, sondern die harte Not des Lebens zwingt sie zu ihrem Wohnort. Wo man ihnen Gelegenheit gibt, sich auf besserem Boden und unter günstigeren Verhältnissen zu entwickeln, gedeihen sie sehr gut, üppiger als an dem gewöhnlichen Ort ihres Vorkommens, aber an solchen Stellen werden sie von den anderen Pflanzen nicht geduldet. Sie sind keine Kampfnaturen gegenüber ihren rascher wachsenden Schwestern, aber sie sind genügsamer und können ihr Leben noch da fristen, wo andere nicht mehr gedeihen wollen; hier werden sie die stärkeren und verdrängen die anspruchsvolleren Arten, von denen sie auf besserem Boden unterdrückt werden. Freilich, nicht alle sind nur auf den Wegesrand angewiesen, die wir da finden; gerade eine der häufigsten und verbreitetsten, der Wegerich oder die Wegebreit (Plantago) ist auch auf sonnigen Grastriften, trockenen Wiesen und alten Brachäckern eine allgemeine Erscheinung. Aber schon der Name deutet darauf hin, daß er sich auf Wegen ausbreitet, wie die blaublühende Zichorie „Wegewart" am Wegesrand steht und wartet; denn nach der Sage war sie ja ein Mädchen, das am Wege auf die Rückkehr ihres fortgezogenen Geliebten Jahre um Jahre wartete, bis sie Wurzeln schlug und zur Wegewart wurde.

Der Wegerich folgte dem Kolonisten über den Ozean und siedelte sich an, wo die ersten Wagenräder Spuren eines Weges in der endlosen Prärie andeuteten. Deshalb nennt sie der Indianer die Pflanze des weißen Mannes, weil sie

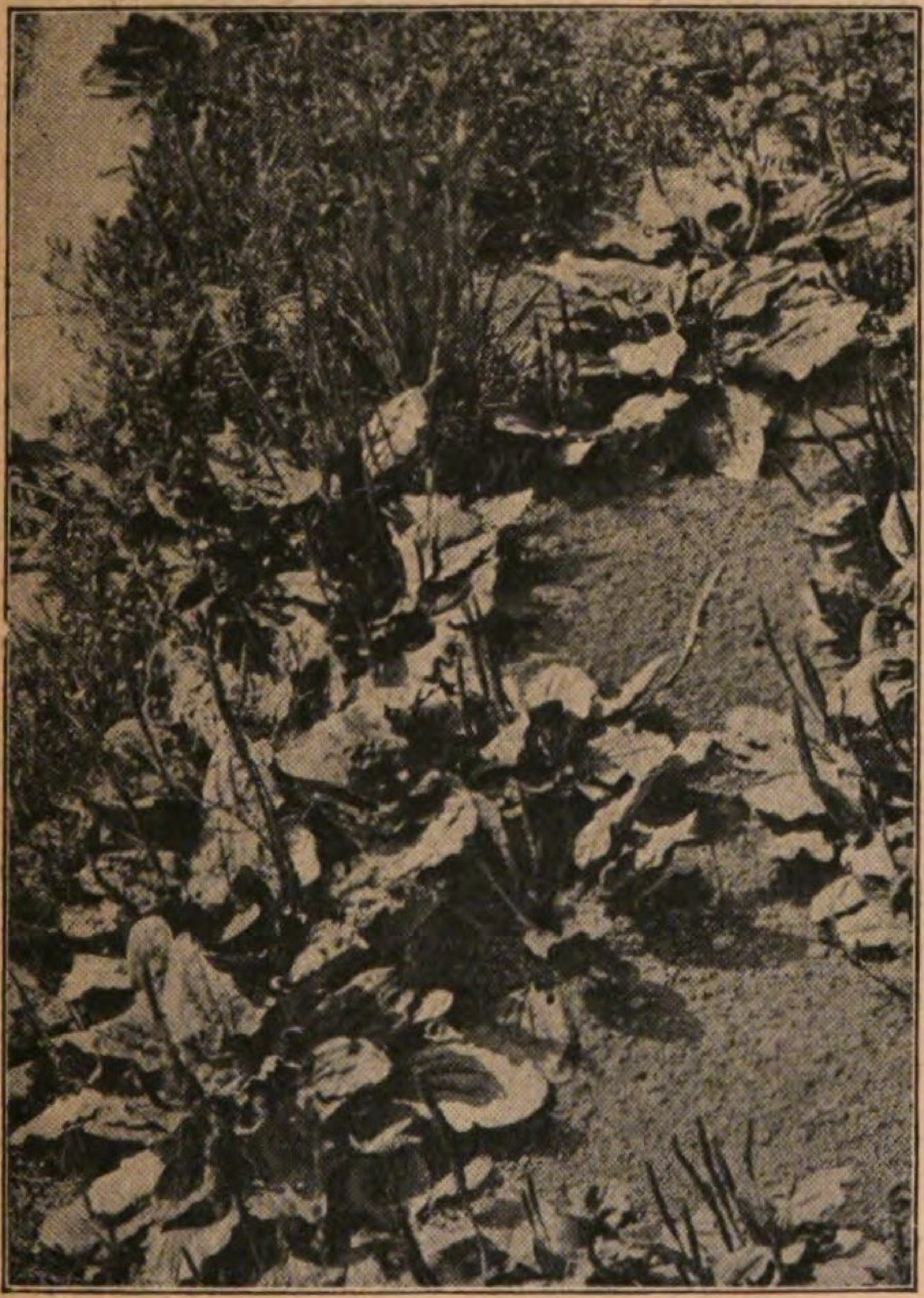

Fig. 17. Wegebreit, am Wegrande.

diesem auf allen seinen Wegen folgt und sich mit diesem zugleich den Boden des roten Volkes erobert.

Die drei verschiedenen Arten des Wegerichs sind von den andern Pflanzen des Wegerandes leicht durch die ährenförmigen Blütenstände mit den lang aus den unscheinbaren Blüten heraustretenden Staubblättern und die eigenartig gestalteten, mit mehreren ziem-

lich gleich starken Längsnerven ausgestatteten, schmal lanzettlichen bis breit eiförmigen Blätter zu unterscheiden. Der große Wegerich (Plantago major) hat große, breit-eiförmige Blätter, der mittlere kleinere, mehr elliptische, und der lanzettblättrige schmal lanzettliche bis fast lineale Blätter.

Auch eine andere Pflanze treffen wir fast allenthalben an Wegen, auf nicht zu stark befahrenen sogar oft den Weg selbst überziehend, den Vogelknöterich (Polygonum aviculare), ein unscheinbares, reich verzweigtes Kraut mit kleinen Blättern und niederliegendem Stengel, welches besonders auf Gartenwegen trotz aller Reinigungsversuche hartnäckig immer wiederkommt. Kaum eine andere Pflanze ist so unempfindlich gegen Fußtritte und selbst Wagenräder, und keine hält so zähe an ihrem Standort fest; trifft man sie doch anderswo nur ausnahmsweise. Sie hat als Volksheilmittel gegen Schwindsucht früher eine große Rolle gespielt — vielleicht noch jetzt, da die Leichtgläubigen ja nicht alle werden — aber ihr Nutzen hat sich mehr für die Verkäufer, als für die armen Kranken bemerkbar gemacht. Besonders als sibirischer Knöterich kommt ein Brusttee in Handel, der aus nichts anderem, als dem gewöhnlichen, bei uns an allen Wegen wild wachsenden Vogelknöterich besteht; daß er in Sibirien heilkräftiger werden soll, als bei uns, ist sehr unwahrscheinlich, aber er hat dann den zweifelhaften Vorzug, viel Geld zu kosten, während unser heimischer von jedermann umsonst gesammelt werden kann, womit freilich den Teehändlern nicht gedient ist.

Mit Vorliebe findet sich auch eine Pflanze mit besonders großen Blättern am Wegesrande, die Klette (Lappa), die ebenfalls in mehreren Arten vorkommt. Je nach der Fruchtbarkeit oder Sterilität des Bodens wird die Pflanze sehr ungleich groß, die Blätter können unter günstigen Verhältnissen bis 50 cm lang und bis 30 cm breit werden; sie sind dem Landschaftsmaler seit jeher wegen ihrer großen Flächen eine sehr erwünschte Dekoration des Vordergrundes gewesen. Dem

Wanderer aber, der einen reichlich von Kletten eingefaßten Fußpfad zu gehen hat, sind sie besonders im Spätsommer und Herbst durchaus nicht so angenehm, denn die Früchte haben die Eigenschaft, sich in höchst lästiger Weise in die Kleider einzuhaken. Auch allerlei Tiere, besonders langhaarige Hunde, schleppen die Klettenfrüchte in ihren Haaren mit fort, und da ihnen diese immer mehr die Haare verfilzenden Anhängsel lästig werden, setzen sie sich aller Augenblicke hin und suchen sich von ihnen durch Beißen oder Kratzen zu befreien. Das gelingt ihnen aber nur selten auf einmal, die Köpfchen werden zwar zerrissen, doch bleibt immer noch ein größerer Teil davon in den Haaren sitzen, und nach einiger Zeit versucht der Hund dieselbe Reinigungsprozedur noch einmal, bis es ihm schließlich gelungen ist, die anhänglichen Körbchen der Kletten ganz zu entfernen. Bis das aber geschehen ist, hat der Hund eine kürzere oder längere Strecke zurückgelegt und unterwegs an verschiedenen Stellen seine Reinigungsversuche ausgeführt, dabei aber natürlich auch an ebenso vielen Stellen die Samen der Klette verstreut und so unabsichtlich eine Weiterverbreitung dieser Pflanze besorgt. Wir sehen also, daß die unangenehmen Haken an den Klettenfrüchten nicht bloß dazu da sind, harmlose Wanderer zu ärgern, sondern daß sie eine sehr wichtige Aufgabe im Leben der Klette zu erfüllen haben, nämlich die Verbreitung der Art zu bewirken.

Eine andere Aufgabe haben die Stacheln der Disteln zu erfüllen, von denen mehrere Arten, besonders auch die gewöhnliche Ackerdistel (Cirsium arvense) sich gelegentlich gern am Rande von Wegen ansiedeln. Hier stellen sie einen Schutz für die Pflanze dar, der freilich nicht allen Tieren gegenüber wirksam ist; der Esel zieht bekanntlich gerade die stachelige Distel den unbewehrten Kräutern vor, und auch die Raupen des Distelfalters kümmern sich nicht um die Stacheln. Aber die meisten andern Tiere gehen den Disteln aus dem Wege,

und diese werden deshalb nicht nur nicht gefressen, sondern auch ihre Berührung wird schon möglichst gemieden, so daß sie auch weniger zertreten werden, als andere am Wege wachsende Pflanzen.

Ähnliches gilt von der Brennessel, von welcher Gattung besonders die große Brennessel (Urtica dioica) überall, auch an Wegen verbreitet ist. Am liebsten wächst sie freilich auf stark gedüngtem Boden, Komposthaufen, in der Nähe von Viehställen und gewöhnlich gerade da, wo man sie am wenigsten haben möchte. An der staubigen Landstraße ist sie freilich nicht so häufig und kommt auch hier meist nur zu kümmerlicher Entwickelung. Aber stellenweise, namentlich da, wo der Weg an Dorfgärten vorüberführt, fühlt sie sich ganz wohl und gibt manchem ahnungslos Vorübergehenden ein empfindliches Zeichen ihrer Anwesenheit. Auch die Tiere kennen die Brennessel ganz genau und hüten sich vor ihr; das Weidevieh läßt sie unberührt, und deshalb sieht man an sonst völlig abgeweideten Wegrändern die Brennesselbüsche fast unverletzt stehen. Auch hier gibt es, wie bei der Distel, Ausnahmen unter den Tieren; für Gänse scheint namentlich das junge Brennessellaub eine Delikatesse zu sein, und verschiedene Tagfalterraupen, so die des kleinen Fuchses und des Tagpfauenauges, leben vorzugsweise auf dieser Pflanze.

Noch sei einer Pflanze gedacht, die man selten einmal unter den verschiedenen Gestalten der Wegesrandflora vermissen wird, wenn sie auch nur stellenweise sich einstellt; es ist das Hirtentäschel (Capsella Bursa pastoris), welches durch seine kleinen, dreieckigen kapselartigen Schoten sofort kenntlich ist. Die kleinen weißen Blüten sind ebenso wie die Blätter ziemlich unscheinbar, und das zu den Kreuzblütlern gehörige Pflänzchen fällt wenig auf. Aber es gibt uns Veranlassung, die Merkmale einer bei uns weitverbreiteten Pflanzenfamilie kennen zu lernen, deren Blüteneinrichtung

bei all den vielen Arten und Gattungen in auffallender Weise übereinstimmt. Wir finden vier Blumenkronblätter und sechs Staubblätter, von denen vier länger und zwei kürzer sind; der Fruchtknoten besteht aus zwei Fruchtblättern und bildet später eine Schote, oder, wenn die Frucht etwa ebenso lang als breit ist, ein Schötchen, welches durch eine falsche Scheidewand der Länge nach in zwei Abteilungen geschieden ist. Diese Blüteneinrichtung ist bei allen Kreuzblütlern vorhanden, und wir finden am Wegesrand vielleicht noch andere derselben Familie angehörende Pflanzen, bei denen diese Verhältnisse sich noch deutlicher erkennen lassen, als an dem kleinblütigen Hirtentäschel.

Auch Feld und Wiese, die an den Weg anstoßen, bieten ganz bestimmte Charakterpflanzen, von denen wir einige mit ihren biologischen Eigentümlichkeiten betrachten wollen. Am besten pflückt man sich für solche Beobachtungen einen Strauß und vergleicht dann mit Muße die verschiedenen Einrichtungen der Blüten und auch der vegetativen Organe, wo diese etwas Besonderes bieten.

Wir greifen zwei gute Bekannte aus dem Feldblumenstrauß heraus, um einmal zu sehen, was wir an ihnen entdecken und was sie uns erzählen können, Kornblume und Kamille. Beide gehören zu derselben Pflanzenfamilie, den Korbblütlern, so genannt, weil die zahlreichen Blüten in ein Körbchen oder Köpfchen zusammengestellt sind. Aber die Blüten, die das Körbchen bilden, sind sehr ungleich gestaltet, die am Rande stehenden sind nicht nur ganz anders geformt, sondern haben bei der Kamille auch eine ganz andere Farbe, sie sind weiß, während die in der Mitte stehenden gelb sind; man unterscheidet deshalb auch die äußeren und inneren Blüten eines Köpfchens als Rand- und Scheibenblüten. Von den Randblüten wird bei den Korbblütlern meist eine besondere Aufgabe erfüllt: sie sollen wie die leuchtend gefärbten Blätter

an anderen Blüten die Anlockung der Insekten bewirken und sie sind zu diesem Zwecke nicht nur meist größer als die Scheibenblüten, sondern auch mehr blumenblattartig gestaltet, oft auch anders gefärbt, als die unscheinbareren, kleineren Scheibenblüten. Das fällt besonders bei der Kamille auf; bei flüchtiger Betrachtung möchte man glauben, daß die weißen, schmal blattartigen Randblüten nichts anderes als die weißen Blumenkronblätter der Kamillenblüte seien. und die zahlreichen, röhrenförmigen, gelben Scheibenblüten ist man geneigt, als Staubfäden zu betrachten. Ziehen wir aber ein solches vermeintliches weißes Blumenblatt heraus, so sehen wir, daß es sich am Grunde zu einer Röhre zusammenschließt und daß aus derselben ein Griffel hervorragt. Staubblätter freilich fehlen der Blüte, sie ist eine weibliche, während die kleinen gelben Scheibenblüten auch Staubblätter besitzen.

Bei der Kornblume sind die äußeren Blüten ebenfalls viel größer, aber sie enthalten überhaupt keine Geschlechtsorgane mehr, sondern sind steril, dienen nur noch allein als Anlockungsmittel für Insekten. Die viel kleineren Scheibenblüten haben eine verhältnismäßig kleine, unscheinbare Blumenkrone und einen kräftigen, aus derselben hervorragenden Griffel. Die Staubblätter bilden, wie bei allen Korbblütlern, eine geschlossene Röhre um den Griffel.

Die echte Kamille (Matricaria Chamomilla) ist eine weit verbreitete Pflanze, ein Ackerunkraut, welches allerdings auch an allerlei öden Plätzen, hier oft in ungeheuren Mengen vorkommt. Sie ist wegen der in ihr enthaltenen beruhigenden Stoffe ein noch heut in der Medizin geschätztes Heilmittel und vor allen Dingen ein unschuldiges Hausmittel, was man von vielen andern Bestandteilen der Hausapotheke leider nicht sagen kann. Von einigen andern ähnlichen Pflanzen, mit denen sie verwechselt werden könnte, ist sie leicht durch ihren charakteristischen Geruch und durch die beim Durchschneiden hohlen Blütenköpfchen zu unterscheiden.

Die Kornblume dagegen ist ein ausschließliches Ackerunkraut, welches sich nur zwischen Getreide wohl fühlt; sie ist so weit verbreitet, als der Getreidebau und hat mit diesem ihre Wanderung über die Erde angetreten. Ihre Heimat ist deshalb ebenso unbekannt, als die des Getreides, sie ist so vollständig auf ein Zusammenleben

mit dem Getreide angewiesen, daß sie verschwinden würde, wenn der Getreidebau plötzlich aufhörte.

Wir kennen noch eine andere Pflanze, die ebenfalls ausschließlich zwischen Getreide vorkommt, die Kornrade (Agrostemma Githago); sie gehört zu den Nelkengewächsen und ist mit ihren schönen roten Blüten eine Zierde unserer Getreidefelder, wenn sie auch der Landwirt ebensowenig wie die Kornblume leiden mag.

Noch andere liebliche Gestalten birgt der Feldblumenstrauß. Die violettblauen, gespornten Blüten des Rittersporns, die karminroten Schmetterlingsblüten der Ackerplatterbse, verschiedene Wickenarten, vielleicht auch die brennend roten Sterne des Adonisröschens vereinigen sich zu einem farbenprächtigen Bilde.

Der Strauß von Wiesenblumen erinnert uns an den Spaziergang, auf dem wir sie gepflückt haben. Der Weg führte uns abseits der staubigen Landstraße in ein kleines Tal, und nur ein schmaler Fußpfad windet sich durch den grünen Teppich zu unsern Füßen Schon sind die Wiesen an einzelnen Stellen gemäht, denn die Sonne hat ihren höchsten Stand im Jahre erreicht und will sich wieder abwärts wenden. Es ist noch früh am Morgen, überall hängen im Sonnenlicht glitzernde Tauperlen an den sich neigenden Rispen der Wiesengräser, aber rasch trocknen die heißen Strahlen und ein frischer Luftzug die Feuchtigkeit auf. Und da sehen wir plötzlich eine feine Staubwolke von einem Grase sich erheben, auch hier und da in unserer Nähe treten solche kleine Staubwölkchen auf, wie zarte Nebel, die in der feuchtigkeitgesättigten Luft durch die Sonnenstrahlen aus den letzten Tautropfen gebildet werden. Aber es sind keine Nebel, sondern Wolken aus staubförmig kleinen festen Körperchen, Blütenstaub, der aus den plötzlich sich öffnenden Staubfäden der Grasblüte ausgestoßen wird.

Wer hat schon einmal auf einem solchen Spaziergange eine Grasblüte genauer betrachtet? Von vielen tausend Spaziergängern gewiß nur wenige! Sie ist ja auch so unscheinbar, entbehrt so jedes äußeren Schmuckes, daß die nach bunten Blumen suchenden Augen achtlos über sie hinweggleiten. Und doch weiß auch die einfache Grasblüte uns so viel von der großen Schönheit der Natur zu erzählen, wenn wir uns nur ein wenig mit ihr beschäftigen wollen. Freilich, die bunte Pracht der Blumenblätter geht ihr ab, sie hat überhaupt keine eigentliche Blütenhülle, sondern die grünlichen Blätter, von denen sie umgeben wird, sind Hochblätter, Organe, die nicht zur Blüte selbst gehören. Aus diesen als Spelzen bezeichneten Blattbildungen ragen Narben und Staubblätter hervor, aber nie gleichzeitig, man findet an einer Blüte nur die Narben oder nur die Staubblätter, obwohl die meisten Grasblüten zwitterig sind, d. h. sowohl männliche als weibliche Geschlechtsorgane enthalten; aber beide entwickeln sich in derselben Blüte nicht zu derselben Zeit, sondern nacheinander. Die Narben der Gräser sind sehr zarte weiße Fäden, die entweder pinselartig aus den Spelzen heraushängen oder federartig gebaut sind; in letzterem Falle sind zwei Hauptfäden vorhanden, an denen wie an der Fahne einer Feder kurze Seitenfädchen stehen. Die drei Staubblätter einer Grasblüte bestehen aus einem sehr langen und dünnen Faden, an dessen Ende die Staubbeutel hängen; auch ein leiser Luftzug schaukelt die zarten Fäden lebhaft hin und her. Wir fassen die gedrungene Ähre des Wiesenfuchsschwanzes (Alopecurus pratensis) ins Auge, an welcher noch erstarrt von der Kühle des taufrischen Morgens eine große Fliege sitzt. Aber die erwärmenden Strahlen der Sonne bringen Leben in sie, Rüssel und Beine werden in Tätigkeit gesetzt, um die nötige Morgenreinigung zu besorgen, und bald darauf macht sie die ersten Schritte an der Ähre entlang. Dabei berührt sie zufällig einen der schlanken Staubfäden, und im gleichen Augenblick ist sie in eine kleine Staubwolke gehüllt, die Staubbeutel des berührten Fadens sind explodiert. Das gefällt der Fliege nun nicht, sie eilt davon und setzt beim Abfliegen die ganze Ähre in Schwingung; da explodieren noch eine Anzahl anderer Staubbeutel, und ein zarter grauer Nebel verschleiert leicht die unmittelbare Umgebung der Grasähre und wird von dem leisen Lufthauch über das blühende Grasmeer getrieben. Unter den zahllosen Ähren des Wiesenfuchsschwanzes in der Umgebung sind auch solche, bei denen nur die Narben entwickelt sind; zwischen ihren zarten Fäden bleiben einzelne der vom Winde getragenen Blütenstaubkörnchen

hängen, keimen hier und dringen mit ihrem Keimschlauch bis in die Samenanlage, befruchten die Eizelle und bewirken hierdurch erst, daß sich die Samenanlage zum Samen entwickeln kann.

Ist die Taufeuchtigkeit durch die höher steigende Sonne mehr und mehr getrocknet, so bedarf es nicht mehr des Anstoßes durch ein Insekt, um die reifen Staubbeutel zum Platzen zu bringen; die zarte Wand derselben trocknet ein, zieht sich dabei zusammen und reißt auf, durch den hierdurch entstehenden Ruck gleichzeitig den gesamten Inhalt an Blütenstaub entleerend. Der Wind übernimmt es dann, diesen auf die Narben anderer Individuen der gleichen Art zu tragen, und man nennt alle Pflanzen, bei denen der Wind diese Vermittlerrolle spielt, Windblütler. Freilich geht dabei der weitaus größere Teil des Blütenstaubes verloren, ohne auf die Narben der gleichen Art zu kommen, auf den Narben anderer Pflanzen entwickelt er sich in den allermeisten Fällen überhaupt nicht weiter und vermag vor allen Dingen keine Befruchtung herbeizuführen, nur bei ganz nahe verwandten Arten ist dies mitunter möglich, und dann entstehen aus dieser Kreuzung Bastarde, welche die Merkmale beider Elternarten tragen.

Zwischen den blühenden Gräsern tauchen in buntem Farbenschmuck die zierlichen Wiesenblumen auf, vor allen die leuchtend gelben Blüten der verschiedenen Hahnenfußarten, die blaßrosafarbenen der Kuckuckslichtnelke mit ihren in schmale Wimpel zerschlitzten Kronblättern, an feuchteren Stellen auch die hellblauen Sterne des lieblichen Vergißmeinnichts. Ihnen gesellen sich zahlreiche andere bei, verschiedene Doldengewächse mit ihren vielblütigen, weißen Dolden, weiße und gelbe Labkrautarten, an den trockneren, höher gelegenen Stellen auch kriechender Günsel, Klappertopf und die Wiesensalbei. Jede einzelne dieser Blumen kann uns etwas anderes aus ihrem Leben mitteilen, wenn wir ihr eine Zeit lang unsere Aufmerksamkeit schenken. Da ist dicht vor uns eine große Hahnenfußblüte, die eben von einer wilden Biene besucht wird; aber trotzdem bei dem Anfliegen des schweren Insektes die Blüte in lebhafte Bewegung versetzt wird, explodiert kein Staubbeutel, und wenn wir die Biene auch weiter bei ihren Besuchen der Hahnenfußblüten be-

obachten, nie werden wir eine ähnliche Erscheinung wie bei der Grasblüte beobachten. Die Biene selbst aber entfaltet in der Blüte eine lebhafte Tätigkeit; zuerst schiebt sie ihren Rüssel in die kleinen Honigbehälter am Grunde der Blütenblätter, und wenn sie damit fertig ist und allen Honig aufgesaugt hat, beginnt sie in höchst drolliger Weise zwischen den Staubblättern herumzuarbeiten, als wenn sie zwischen ihnen ein Bad nehmen wollte. Sie wälzt sich ordentlich mit den Beinen in den Staubblättern herum, zieht sie wiederholt zwischen den Hinterbeinen hindurch und streift bei dieser Gelegenheit eine Menge Blütenstaub aus den Fächern der Staubbeutel heraus an die Füße, wo er zwischen den Haaren derselben hängen bleibt. In der Tat, wenn wir die Biene genauer betrachten, können wir feststellen, daß die dicken rotgelben Wülste, die sie an den Oberschenkeln der Hinterbeine hat, nur aus Blütenstaub bestehen, der sich dort zwischen den Haaren festgesetzt hat. Die Biene braucht ja den Blütenstaub mit Honig vermischt zur Ernährung ihrer Brut und schafft ihn auf diese Weise nach Hause. Eben ist sie mit den Blüten der einen Hahnenfußpflanze fertig geworden und begibt sich nun zur nächsten, um dort ihre Tätigkeit zu wiederholen; bei dem Herumkriechen in der Blüte streift sie aber auf den in der Mitte stehenden Narben einen, wenn auch kleinen Teil des Blütenstaubes, den sie von der vorigen Pflanze mitgebracht hatte, ab und bewirkt so die Übertragung des Blütenstaubes, die bei den Gräsern der Wind übernommen hatte. Diese Art der Übertragung des Blütenstaubes durch Insekten ist die häufigste bei den Blütenpflanzen, und wir nennen alle Arten, die dabei auf Insekten angewiesen sind, Insektenblütler. Es haben sich aus der gegenseitigen Abhängigkeit zwischen Blumen und Insekten merkwürdige Anpassungserscheinungen entwickelt, von denen wir einzelne später noch kennen lernen werden.

Ganz andere Verhältnisse und in gewisser Hinsicht eine weit größere Mannigfaltigkeit zeigt uns der Wald, und hier bedarf es vieler Spaziergänge und in verschiedenen Gegenden, um uns mit dem Charakter der verschiedenen Waldformen vertraut zu machen.

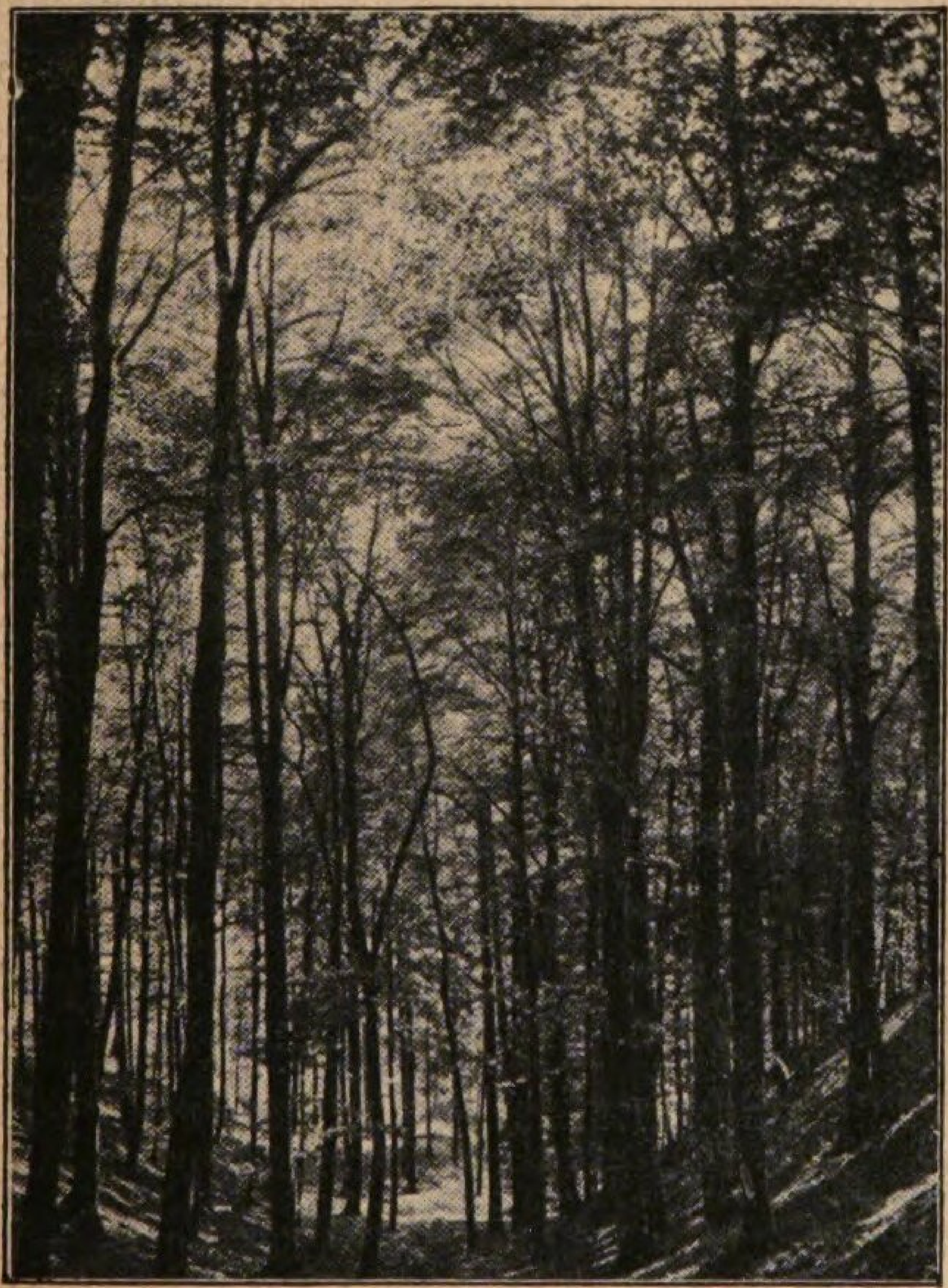

Fig. 18. Im Buchenhochwald.

Der Sinn für das Schöne in der Natur ist nicht bloß bei den einzelnen Menschen, sondern auch bei verschiedenen Völkerschaften sehr ungleich ausgebildet, und auch über das, was in der Natur als schön zu gelten hat, sind die Ansichten durchaus nicht immer übereinstimmend. Viele Orientalen haben für die Schönheit des Waldes gar kein Verständnis und ziehen

eine waldlose Gegend vor; uns erscheint ein Land seines besten Schmuckes beraubt, wenn ihm der Wald fehlt.

Gar mancherlei trägt dazu bei, dem gemütvollen Sinn des Deutschen den Wald lieb und teuer zu machen; schon in der Vorzeit war er die heimliche Stätte eines reichen Geisterlebens, vom mächtigen Eichbaum bis herab zum unscheinbarsten Blümchen war dem alten Germanen alles zu einem organischen Ganzen verflochten, in dem jedes einzelne seinen Platz auszufüllen hatte, jedes in seiner reichen Sagenwelt eine bestimmte Bedeutung gewann. In kaum einem andern Kulturvolk hat sich aber eine solche Fülle von Einzelheiten aus der Vorzeit in die Gegenwart herübergerettet, als bei uns Deutschen, wenn uns dies auch im allgemeinen nicht bewußt wird. Aber die alten Spukgestalten der altgermanischen Sagen leben noch heut im deutschen Walde und erwecken in uns jenes prickelnde Gefühl geheimnisvoller Erwartung, welches wir etwa beim Betreten eines geschlossenen Buchenhochwaldes empfinden.

Ein schöner Buchenhochwald gehört überhaupt zu denjenigen Waldformen, die den tiefsten Eindruck auf ein empfängliches Gemüt machen; die Kronen bilden eine hochgewölbte, zusammenhängende, grüne Decke, welche wie auf Säulen auf den mächtigen Stämmen der Waldriesen ruht, an die gotischen Spitzbogen eines gewaltigen Domes erinnernd. Auch die Sprache hat dieser Ähnlichkeit durch das Wort Waldesdom Ausdruck verliehen, und nirgends anders paßt diese Bezeichnung besser, als auf den Buchenhochwald.

Uns gilt die Eiche als urdeutscher Baum heilig, und wenn wir eine alte knorrige, vom Wetter hart mitgenommene Eiche sehen, so erblicken wir in ihr das Urbild trotziger Kraft, gegen welche die zierlichere, geschmeidigere Buche nicht aufzukommen vermag. Und doch spielt sich in manchen Gegenden unseres Vaterlandes zwischen beiden Bäumen ein stiller Kampf ab,

bei welchem nicht die Buche, sondern die Eiche der unterliegende Teil ist. Die Eiche ist ein Lichtbaum, während die Buche in weit höherem Grade imstande ist, Schatten zu ertragen; deshalb läßt sich auch die Buche verhältnismäßig leicht durch natürliche Verjüngung im Walde erhalten, was bei der Eiche nicht möglich ist. Die junge Buche kommt im Schatten der alten Bäume gut fort und entwickelt sich noch im Waldesdunkel, die Eiche verlangt schon in der Jugend viel Licht; sie kommt wohl unter Eichen selbst fort, da diese sich mit zunehmendem Alter wegen ihrer Lichtbedürftigkeit immer lichter stellen und deshalb auch mehr Licht auf den Boden gelangen lassen, aber nicht unter dem dichten Blätterdach der Buchen. Umgekehrt kommt die junge Buche unter Eichen sehr gut fort, da sie hier mehr als genügend Licht zur Verfügung hat; sie wird sich, wo ihre Samen hingelangen, zwischen den Eichen einnisten, und dann ist es um den jungen Eichennachwuchs geschehen. Die jungen Eichen finden unter den Buchen nicht mehr die nötige Lichtmenge und sterben ab. So wird die Eiche da, wo sie mit der Buche zusammentrifft, von der letzteren langsam aber stetig verdrängt, und wenn sich das auch erst in Generationen bemerkbar macht, so sind doch zweifellos die ausgedehnten Eichenwälder des alten Germaniens besonders im Norden dem Vorschreiten der Buche gewichen.

Wo wir noch Eichenhochwald finden — er ist nicht mehr sehr häufig in unserm Vaterlande — da zeigt sich ein von dem Buchenwald vollständig abweichendes Bild. Die weit auseinanderstehenden alten Bäume lassen viel Licht zwischen sich hindurch auf den Boden fallen und geben so einer reichen Flora Gelegenheit zur Entwickelung, die dem Buchenwalde vollständig fehlt; besonders eine große Anzahl der verschiedensten Straucharten bilden ein mehr oder weniger geschlossenes Dickicht, einen Wald unter dem Walde. Ausgedehnte Hecken

des Schlehdornes schmücken sich im Frühjahr, wenn der Eichenwald noch laublos und tot dasteht, mit ihren weißen Blütenmassen, Hartriegel und Sauerdorn, Brombeeren und stellenweise auch wilde Rosen verwachsen zu einem für den Wanderer oft undurchdringlichen Busch, dessen schmale Schlupfwege nur dem Wild und dem Jäger bekannt sind. Auch ist die Eiche nicht unduldsam gegen andere Baumarten; selten finden wir einen ganz reinen Eichenbestand: Weißbuchen, Rüstern, in den Auenwäldern der Flußniederungen auch Eschen, Ahorn, an sterileren, trockeneren Stellen auch Birken sind mehr oder weniger reichlich vertreten.

Ganz anders stellt sich der Buchenwald dar; das Dunkel in einem Buchenhochwald läßt keine Entwickelung von Unterholz zu, nur von der dürren, zerfallenen Schicht des vorjährigen Laubes ist der pflanzenlose Boden bedeckt. In dieser Hinsicht erinnert er fast an den geschlossenen Fichtenwald, dem der Unterwuchs und die Bodenflora ja auch vollständig fehlen. Hier aber kommt noch das Düstere, Unheimliche zu überwiegender Geltung.

Die Nadelwälder, die sich in Deutschland immer mehr ausbreiten und den Laubwald verdrängen, hauptsächlich infolge ihrer größeren Rentabilität, sind zwar unter sich sehr verschieden, tragen aber gegenüber dem andern uns umgebenden Pflanzenwuchs etwas entschieden Fremdartiges an sich. Man merkt ihnen fast an, daß sie sich aus einer viel früheren Periode der Erdgeschichte zu uns herübergerettet haben, und wer einmal eines der phantasievollen Bilder von der Flora der Steinkohlenzeit gesehen hat, dem erscheint ein Fichtenwald wie eine Erinnerung an jene gewaltige Pflanzenwelt der Vergangenheit.

Auch die verschiedene Nadelholzarten zeigen ähnliche Unterschiede hinsichtlich ihres Lichtbedürfnisses, wie die Laubbäume; die Kiefer ist ein Lichtbaum, der besonders im späteren Alter

keinen eng geschlossenen Stand verträgt und auch viel Licht zum Boden gelangen läßt. Deshalb kommt es im Kiefernwalde auch zur Entwickelung einer Bodenflora, die allerdings meist ziemlich einförmig ist, entsprechend den wenig günstigen Bodenverhältnissen. Denn die Kiefer liebt nicht bloß sandigen, wenn auch an sich noch guten Boden, sondern sie kommt auch noch auf sehr nährstoffarmem Boden fort, wo andere Waldbäume nicht mehr recht gedeihen wollen, und deshalb sind ihr an vielen Orten gerade die unfruchtbarsten Stellen zur Besiedelung zugewiesen worden. Da ist natürlich auch für andere Pflanzen nicht viel zu holen, und die Bodenflora fällt recht dürftig aus. Dieselben Arten, die auf der trockenen Heide vorkommen, siedeln sich auch auf dem sterilen Boden des Kiefernwaldes an, Heidekraut, Heidelbeere und Preiselbeere, und dazwischen ist der nadelbestreute Grund von einzelnen einförmig grauen Flechtenkolonien bewohnt. Hier ist die Heimat der zahlreichen, schwer zu unterscheidenden Arten der Flechtengattung Cladonia, zu welcher auch die stellenweise ausgedehnte Rasen bildende Cl. rangiferina, die Renntierflechte, gehört. Oft geht dieser lichte Kiefernwald vollständig in Heide über, und viele ausgedehnte Wälder dieser Art werden auch, wie die Tucheler Heide, einfach als Heiden bezeichnet.

Der Fichtenwald stellt dazu einen auffallenden Gegensatz dar; hier gibt es keine Bodenflora, nur braune Nadelstreu, die sich oft handhoch anhäuft. Der geschlossene Wuchs verbunden mit der viel dichteren Beastung läßt nur ein Dämmerlicht aufkommen, welches für das Lichtbedürfnis anderer Pflanzen nicht mehr ausreicht; ältere Fichtenbestände stehen ja auch etwas lichter, aber gerade in einem Alter von 60 bis 80 Jahren zeigt uns der Fichtenwald wie keine andere Waldform das tiefste Waldesdunkel, das Düstere, Schauerliche, welches als Hintergrund zu geheimnisvollen, unheimlichen Geschichten unerläßlich ist.

Landschaftlich besonders anmutige und wechselvolle Bilder bieten vielfach die Mischwälder in den Flußauen, in denen eine unglaubliche Anzahl der verschiedensten Holzgewächse durcheinander geraten sind. Eschen und Rüstern, stellenweise auch Eichen herrschen allerdings vor, daneben kommen aber auch Weißbuchen, Pappeln, Weiden, Traubenkirschen, wilde Apfel- und Birnbäume, Faulbaum und Kreuzdorn, selbst Ahornarten in wechselnder Menge und verschiedenen Altersstadien vor. Zwischendurch schlingt sich bis fast in die Wipfel der Mittelwaldbäume, den tropischen Lianen vergleichbar, die zierliche Waldrebe, die im Spätsommer ihre schönen weißen Blütensträuße entfaltet. Die bunte Farbenpracht des Herbstes kommt nirgends in ähnlicher Weise zur Geltung, wie in diesen Wäldern; vom feurigsten Rot und hellsten Gelb bis zum dunkelsten Braun sind alle Schattierungen vertreten, und von diesem farbenreichen Hintergrunde heben sich einzelne noch grün gebliebene Bäume und Sträucher in freundlicher Weise ab.

Der Reichtum an Wäldern verleiht aber einer Gegend nicht bloß Schönheit, sondern auch Reichtum und Fruchtbarkeit. Die reichsten Länder wurden zur Einöde, sobald die Wälder verschwunden waren, nicht weil sich in ihnen etwa das Klima verändert hätte, sondern weil ihnen die feuchtigkeitsregulierende Wirkung des Waldes verloren gegangen ist. Das einst so gesegnete Mesopotamien ist jetzt fast eine Wüste, große Teile Kleinasiens, einst die fruchtbarsten Länder der Erde, können jetzt kaum die spärliche Bevölkerung ernähren, während sie im Altertum bei einer vielmal größeren Einwohnerschaft noch große Mengen von Getreide ausführten. Selbst Spanien hat seine ehemals so große Fruchtbarkeit in vielen Gegenden verloren, weil seine Wälder vernichtet wurden.

Die regulierende Wirkung des Waldes beruht hauptsächlich darin, daß er bei starken Niederschlägen den bei weitem größten Teil des Wassers zurückhält, während in waldfreien Gegenden umgekehrt nur ein kleiner Teil des Wassers zurückgehalten wird und im Boden versickert, das meiste aber rasch abfließt und in den Flußtälern zu Überschwemmungen Veranlassung gibt. Haben sich die Fluten verlaufen, so ist auch das segenspendende Naß verschwunden, und

der trockene Boden vermag nur eine kümmerliche Flora zu erhalten.

Im Walde aber bleibt zunächst schon eine große Menge der Feuchtigkeit an Blättern und Zweigen hängen, um hier nach und nach wieder zu verdunsten; ein anderer und zwar sehr großer Teil gelangt zwar bis auf den Waldboden, fließt aber hier nicht ab, sondern wird hier wie von einem Schwamm von Nadel- und Laubstreu aufgesaugt. Erst füllen sich diese Reservoire, ehe Wasser abfließen kann, so daß von den herabströmenden Wassermassen nur ein verhältnismäßig kleiner Teil gleich den Flußläufen der Täler zuläuft. Die Gefahr von Überschwemmungen wird also hierdurch erheblich vermindert, besonders in Gebirgswäldern, deren Boden oft noch von einem zusammenhängenden, dichten Moosteppich bedeckt ist, der in noch höherem Grade, als Streu- und Humusschichten, die Fähigkeit besitzt, Wasser aufzusaugen.

Fig. 19. Waldrebe.

Aber die aufgesaugte Wassermenge kommt nicht bloß dem Walde zugute, sondern dem ganzen Lande. Selbst die in Zweigen und Blättern haften gebliebene und allmählich wieder verdunstende Regenmenge wirkt insofern günstig, als dadurch, wenn auch nur vorübergehend, die Luftfeuchtigkeit in der ganzen Gegend erhöht und somit eine zu rasche Verdunstung verhindert wird. Der in der Streu- und Moosdecke befindliche Teil des Regenwassers sickert nach und nach, den Gesetzen der

Schwere folgend und infolge kapillarer Vorgänge in den Boden ein, der letztere hat sehr viel länger Zeit, Wasser aufzunehmen, und er nimmt deshalb auch vielmal so viel auf, als in waldlosen Gegenden, in denen alles Wasser in wenig Stunden abgeflossen ist. Dieses in die Tiefe eingesunkene Wasser verteilt sich als Grundwasser auf weite Strecken hin im Boden gleichmäßig, je mehr einsickert, desto höher steigt der Spiegel des Grundwassers, desto leichter kann an der Oberfläche verdunstendes Wasser durch kapillares Aufsteigen wieder ersetzt werden, desto seltener also hat die Pflanzenwelt unter wirklicher Dürre zu leiden. Auch Quellen und Brunnen fließen reichlicher bei hohem Grundwasserstande.

Der Wald ist freilich jetzt nicht mehr das, was er in früheren Zeiten gewesen ist, es sind jetzt möglichste Reinzuchten bestimmter Holzgewächse, von denen für jede Bodenart die rentabelste ausgesucht wird. Der Staat braucht Geld und die Menschheit Holz, und beide wollen möglichst viel davon haben. Da ist denn so manches Schöne aus dem Walde verschwunden und der modernen Forstwirtschaft zum Opfer gefallen; was keinen Ertrag bringt, wird als Unkraut angesehen und ausgerottet. Jeder hohle Baum muß fallen, weil er vielleicht keinen Zuwachs mehr zeigt, ohne Rücksicht darauf, daß er vielleicht als besondere Zierde des Waldes angesehen werden konnte, ja selbst ohne Rücksicht darauf, daß er den besten Freunden des Forstmannes, den Höhlenbrütern, reichlich die immer seltener werdende Nistgelegenheit bot

Sehr oft geht der Wald, und gerade der Kiefernwald in Heide über und die Heide wieder an tieferen Stellen in Moor; wer Moor und Heide nicht aus eigener Anschauung kennt, vermutet in ihnen geradezu gegensätzliche Begriffe; das erstere ist ihm mit Sumpf ziemlich gleichbedeutend, das Heideland ist ihm der Inbegriff der Unfruchtbarkeit und jedenfalls nicht viel besser als die Wüste. Zwischen Sumpf und Wüste ist aber freilich ein großer Unterschied und jedenfalls ein viel größerer, als zwischen Heide und Moor; denn die letzteren gehen vielfach so unmerklich ineinander über, daß man sehr

oft nicht imstande ist, zu unterscheiden, was man vor sich hat. In der Tat sind auch beide nahe miteinander verwandt, beide verdanken der Armut des Bodens an mineralischen Nährstoffen ihre Entstehung; ist der Boden trocken, so entsteht die Heide, ist er feucht, das Moor. Deshalb findet man beide auch so oft vergesellschaftet, in Vertiefungen Moor, auf Erhöhungen Heide, und man nennt solche Bildungen mit einem Namen, der die nahen Beziehungen zwischen beiden treffend bezeichnet, Heidemoore.

Auch die Pflanzenwelt beider ist sehr nahe verwandt. Gehen wir von der Heide aus, so finden wir als beherrschende Charakterpflanze das Heidekraut (Calluna vulgaris) in mehr oder weniger reicher Entwickelung. Die blühende Heide bietet ein wundervolles Bild; oft unabsehbar dehnt sich ein rotes Blütenmeer vor unsern Augen aus, und selbst die kümmerlichen Kiefern und Birken, die dazwischen eingestreut sind und von der Armseligkeit des Bodens Zeugnis ablegen, können den Zauber der Landschaft nicht herabmindern. Selbst wo die Heide nicht in dieser ausgebildetsten Form auftritt, sondern als Übergang zum Kiefernwald, als Kiefernheide, vermag das blühende Heidekraut die ermüdende Einförmigkeit der ausgedehnten Waldmassen in freundlicher Weise zu mildern. Aber freilich, die Blütezeit dauert nur wenige Wochen, und der kurze Hochsommer geht in den Herbst über; die rote Heide färbt sich braun, eintönig, nur die gelben Blätter der Birken leuchten hervor, bis auch sie dem Spiel der Novemberwinde zum Opfer fallen. Für viele Menschen wird die Heide in diesem Zustande keine Anziehungskraft mehr besitzen, sie erscheint ihnen trostlos einförmig, häßlich und öde; denn die schwermütige Schönheit der herbstlichen Heide wird von wenigen empfunden.

Neben dem eigentlichen Heidekraut und dieses oft fast verdrängend tritt im Nordwesten Deutschlands noch die

Glockenheide, Erica Tetralix, auf; sie blüht früher als das eigentliche Heidekraut, und wo beide nebeneinander vorkommen, blüht die Heide von Ende Juli bis in den September hinein. Selten und fast ausschließlich im Gebirge, bei uns in den Alpen und im Fichtelgebirge kommt die fleischrote Heide, Erica carnea, vor, die im Gegensatz zu den andern Arten schon im Frühjahr, im März meist aber im April oder Anfang Mai ihr reiches Blütenkleid anlegt.

Diesen eigentlichen Heidekräutern schließen sich noch eine Anzahl anderer Pflanzen an, die in die gleiche Familie gehören, die Bärentraube (Arctostaphylos Uva ursi), der wilde Rosmarin (Andromeda polifolia), vor allem aber die verschiedenen Arten der Gattung Vaccinium. Auf feuchterem Heidegrund, besonders wo sich in den Vertiefungen schon Torfmoose ansiedeln, gedeiht die Moosbeere, Vaccinium Oxycoccus, mit ihren kriechenden, fadenförmigen Stengeln und Ästen, an torfigen Stellen die Rauschbeere, V. uliginosum, die der Heidelbeere ähnlich ist, sich aber von ihr sofort durch die mehr blaugrünen, glanzlosen Blätter unterscheiden läßt; sie wird gewöhnlich auch höher und bildet dichtere, größere Büsche. An den trockneren Stellen finden sich dann Blau- oder Heidelbeere, V. Myrtillus, und die Preiselbeere, V. Vitis idaea, ein, letztere allerdings nicht überall und ebenso wie die Heidelbeere mehr da, wo die Heide in Wald oder Busch übergeht.

Alle diese Pflanzen zeigen eine große Übereinstimmung in ihren Ansprüchen an den Boden; sie gedeihen nur da gut, wo die meisten anderen Pflanzen nur noch kümmerlich fortkommen, auf Bodenarten, die arm an löslichen anorganischen Salzen sind. Deshalb finden wir auf Kalkboden niemals Heidekraut, ebensowenig, wie es auf schwerem Lehm oder fruchtbarem Auenboden fortkommt. Aber wo sich erst einmal Heidekraut angesiedelt hat, breitet es sich bald weiter aus, und aus einem kleinen Busch ist nach einer Reihe von Jahren schon eine ganze Heidefläche geworden. Das hängt damit zusammen, daß das Heidekraut selbst in seiner unmittel-

baren Umgebung den Boden rasch verschlechtert, nicht etwa, weil es zu eigenem Bedarf dem Boden viele Nährstoffe entzieht, sondern weil es Stoffe bildet, die eine rasche Zersetzung und Auswaschung des Bodens begünstigen. Es sind dies die Huminsäuren, eigentümliche chemische Verbindungen, die überall da auf nährsalzarmem Boden entstehen, wo die absterbenden Pflanzenreste keine normale Zersetzung erfahren, sondern sich in Form von Torf anhäufen. Auch in den Mooren kommt es zu einer reichlichen Bildung von Huminsäuren, und diese sind es, welche die sonst nur schwer und im Lauf langer Zeiträume löslichen Nährstoffe des Bodens in kurzer Zeit auflösen und damit der Auswaschung durch Regen- und Schneewasser überliefern. Der Boden verarmt also in der Umgebung eines Heidekrautbusches, und diese Verarmung an Nährsalzen schafft wieder die Lebensbedingung für die weitere Ansiedelung von Heidekraut.

So breitet sich die Heide fast überall da weiter und weiter aus, wo der Mensch ihr nicht Halt gebietet oder durch Flüsse stets eine neue Zufuhr von Bodensalzen stattfindet. Besonders zwischen Wald und Heide herrscht ein Jahrtausende alter Krieg; wo sich erst die Heide eingenistet hat, wird der Boden immer ärmer, der Baumwuchs immer dürftiger, bis er zuletzt ganz verschwindet und der Heide das Feld räumt. Freilich geht diese Umwandlung nicht so schnell vor sich, daß wir etwa in diesem Jahre eine Heide finden, wo wir das Jahr vorher noch einen Waldspaziergang machten; es sind Jahrhunderte dazu notwendig, um eine größere Veränderung dieser Art hervorzubringen, aber das Vordringen der Heide läßt sich in vielen Gegenden doch sicher beobachten. Besonders ist dies auf der jütischen Halbinsel der Fall; wo hier noch vor wenigen Jahrhunderten mächtige Eichenwälder sich ausbreiteten, herrscht jetzt die Heide; der kleine Zwerg hat den gewaltigen Riesen bezwungen. Die blühende Heide verrät uns freilich nichts von dem stillen, zähen Kampfe, der hier an der Stelle, die wir durchwandern, einst zwischen den Vertretern zweier verschiedener Pflanzenformationen ausgefochten worden ist; sie liegt in ihrer Blütenpracht so still und friedlich da, daß ihr gewiß niemand eine solche Kampfnatur zutrauen möchte. Aber stumme Zeugen finden sich im Sand verborgen; riesige Baumstümpfe und Wurzeln, die gelegentlich beim Auswerfen eines Grabens bloßgelegt werden, zeigen, wer hier einst der Herr war.

Wo die Heide ist, wird gewöhnlich das Moor nicht weit sein; an allen feuchteren Stellen treten dann andere Pflanzen-

gemeinschaften auf, die eben durch ihr größeres Feuchtigkeitsbedürfnis sich von denen der eigentlichen Heide unterscheiden, aber ebenso wie diese nur bei Armut des Bodens an Nährsalzen gedeihen. Hier herrscht das Torfmoos (Sphagnum) in zahlreichen, schwer unterscheidbaren Arten und Formen, zierliche, blaßgrüne oder gelbliche oder rötlichgrüne, schlaffe Pflänzchen in dichten Polstern, in welche der Fuß oft weit bis über die Knöchel einsinkt. Sie sind die Charakterpflanze der Moore und liefern bei weitem die Hauptmasse der Stoffe, aus denen der Torf entsteht.

Die Torfmoose haben einen ganz eigentümlichen, von den andern Moosen vollständig verschiedenen Bau und lassen sich schon äußerlich leicht erkennen. Der dünne, fadenförmige, oft ziemlich lange Stengel trägt an der Spitze eine Rosette oder ein Köpfchen von zahlreichen verschieden langen Zweigen, zuweilen auch einige braune, becherförmige Kapseln auf sehr kurzen Stielen; abwärts ist er mit fast wirtelförmig entspringenden Zweigen besetzt, von denen sich einige dem Stengel dicht anlegen, andere abstehen. Hin und wieder gabelt sich das Stämmchen, und hierauf beruht eine eigentümliche Art der Vermehrung, die gerade beim Torfmoos besonders ausgebildet ist. Graben wir ein solches Moospolster mit einem Spaten tief aus dem Torf heraus und verfolgen ein einzelnes Moospflänzchen immer weiter abwärts, so finden wir daß es ohne scharfe Grenze allmählich in den Torf übergeht; der unterste Teil des Mooses ist abgestorben und im Begriff zu Torf zu werden, während die Pflanze nach oben zu weiter wächst. Allmählich setzt sich der Zerfall immer weiter nach oben zu fort, und wenn er schließlich eine solche Gabelung des Stämmchens erreicht, werden aus der einen Pflanze durch Zerstörung des ursprünglichen gemeinsamen Stammes zwei. Dadurch werden die Polster natürlich immer dichter und breiten sich immer mehr aus, sie sind immer mehr

imstande, Wasser zu speichern, was wieder dem Gedeihen des Torfmooses förderlich ist.

Denn das Torfmoos braucht viel Wasser, und das steht ihm selbst im Hochmoor nicht immer in genügender Menge zu Gebote. Daher finden wir in seinem Aufbau auch eine Anzahl besonderer Einrichtungen, die es ihm ermöglichen, große Mengen von Wasser aufzuspeichern, um sie in trockneren Zeiten zur Verfügung zu haben. Schon der dichtgeschlossene polsterförmige Wuchs bringt eine solche Aufspeicherung mit sich; denn es bleibt bei Regen nicht nur eine Menge Wasser zwischen den dicht gedrängten Blättern, Ästen und Stengeln haften, sondern es verdunstet auch sehr schwer aus einem solchen geschlossenen Polster. Dann aber sind die Blätter und die äußeren Schichten der Rinde zu richtigen Wasserspeichern eingerichtet. Mit bloßem Auge oder selbst einer scharfen Lupe läßt sich das freilich nicht erkennen, aber unter dem Mikroskop fällt uns der ganz eigenartige Bau der Blätter sofort auf. Wir sehen da etwas gewundene, große, farblose Zellen, die innen ringförmige oder spiralige Verdickungen besitzen; stellenweise sind ihre Außenwände durch rundliche Öffnungen, Poren, durchbrochen. Zwischen diesen farblosen Zellen liegen ganz schmale chlorophyllhaltige, die also allein die Aufgabe der Assimilation zu erfüllen haben, während die großen, farblosen ausschließlich als Wasserspeicher dienen. Bei jedem Regenwetter füllen sie sich durch die Poren mit Wasser welches in ihnen viel besser vor Verdunstung geschützt ist und so dem Torfmoos für längere Zeit zur Verfügung steht.

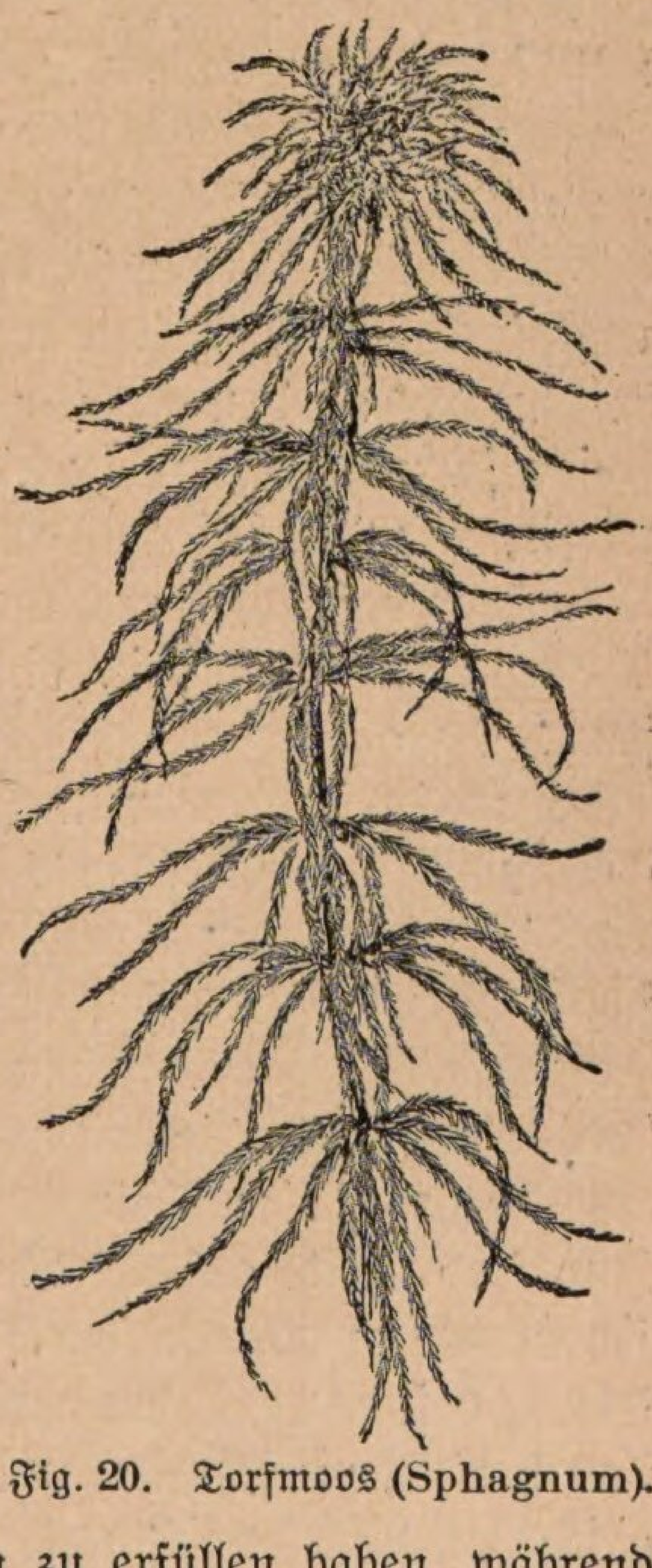

Fig. 20. Torfmoos (Sphagnum).

Auf den Polstern des Torfmooses und mit den zarten Wurzeln in dieselben eingesenkt lebt ein kleines Pflänzchen,

welches in biologischer Hinsicht zu den interessantesten Erscheinungen unserer Flora gehört. Es ist der Sonnentau, Drosera rotundifolia. Seine langgestielten, kreisrunden Blätter stehen in grundständigen Rosetten und sind mit einer großen Zahl gestielter Köpfchendrüsen besetzt, die ein im Sonnenlicht funkelndes kleines Tröpfchen tragen. Diese glitzernden Perlen sind aber kein Tau, auch kein Honig, wie vielleicht zahlreiche kleine Insekten anzunehmen scheinen, sondern eine höchst klebrige Flüssigkeit, welche den anfliegenden und Nahrung suchenden Insekten zum Verhängnis wird. Diese kleben rettungslos an den Köpfchen fest, und je mehr sie sich zu befreien suchen, desto mehr überziehen sie sich mit der klebrigen Masse, wie die Fliegen am Fliegenleim. Die interessanten Vorgänge des Insektenfanges und der Verdauung der Eiweißkörper werden noch in einem besonderen Kapitel zur Besprechung gelangen.

Wer ein Hochmoor im Juni durchwandert, wird ein ganz anderes Bild finden, als zu anderen Jahreszeiten. Das Wollgras mit seinen weißen Haarflocken beherrscht die Landschaft, und wo es besonders dicht steht, könnte man aus der Ferne fast glauben, eine Schneelandschaft vor sich zu sehen. Auch bis hoch in die trockene Heide hinein zieht sich die zierliche Pflanze, überall ein Wahrzeichen des Torfbodens. Neben ihm sind auch andere Angehörige derselben Familie der Zyperngräser oder Riedgräser in der Heide und im Moor vertreten, besonders Arten der Gattung Carex, Segge, die durch ihre harten, oft scharfen und meist mehr blau- oder graugrün gefärbten Blätter sich unterscheiden von den echten Gräsern; auch besitzt der Stengel keine Knoten, die den echten Gräsern niemals fehlen. Der Landwirt nennt sie saure Gräser, und damit ist gleichzeitig ihre Beziehung zum Standort charakterisiert; denn sie wachsen der Hauptsache nach nur auf einem Boden, der reich an Huminsäuren ist. Aber nicht bloß im

Hochmoor, auch in Wiesenmooren und Sümpfen sind sie zu Hause.

Doch nicht überall, wo Feuchtigkeit vorhanden ist, finden wir Pflanzengestalten, wie sie das Hochmoor uns gezeigt hat. Auf fruchtbarem Boden oder überhaupt überall da, wo das Wasser noch reichliche Mengen anorganischer Salze besitzt, kommt es zur Entwickelung ganz anderer Pflanzengesellschaften

Fig. 21. Wollgras auf dem „schwarzen Moor" in der Rhön.

Das **Wasser** gilt als die Wiege des Lebens. Die einfachsten Lebensformen der Gegenwart gehören dem Wasser an, und die ältesten Spuren von Organismen, die uns in den gewltigen Archiven der Erde aufbewahrt sind, stammen von Meeresbewohnern. Ja es scheint, als wenn das feste Land erst verhältnismäßig spät vom Meere aus besiedelt worden wäre. Jetzt ist freilich die Landflora, wenigstens soweit es sich um höhere Pflanzen handelt, sehr viel reicher

als die Wasserflora, und gerade im Meere kommen nur wenige Blütenpflanzen vor.

Aber in unseren Süßwasseransammlungen, in Bächen, Flüssen, Tümpeln und Seen herrscht noch ein üppiges Pflanzenleben, und gerade am Ufer, wo Festland und Wasser sich scheiden, kommt es zur Entwickelung einer eigenartigen und oft formenschönen Flora. Gar viele Pflanzen gibt es, deren großes Feuchtigkeitsbedürfnis sie in der unmittelbaren Nähe des Wassers festhält, und doch zeigen auch sie in ihren Ansprüchen wieder große Verschiedenheiten; die einen leben am Grunde von Landseen und Teichen oder umsäumen deren Ufer, andere begleiten den schäumenden Gebirgsbach bis in die Ebene, noch andere wählen sumpfige Orte zu ihrem Aufenthalt. Überall ist die Pflanzenwelt wieder anders zusammengesetzt, und doch finden wir unter sonst gleichen Verhältnissen selbst an weit auseinanderliegenden Orten immer wieder die gleichen Arten.

Wir können die Verschiedenheit in der Zusammensetzung der Flora überall, auch in sonst wasserarmen Gegenden beobachten, wenn wir nur etwas danach suchen und uns die auffallendsten Pflanzengestalten, die uns da entgegentreten, einprägen; ein kleiner Bach, ein Wiesengraben, ein Tümpel oder Fischteich und eine sumpfige Stelle in irgend einem Winkel wird sich schließlich überall finden. Am Bach finden wir die Roterle als Charakterbaum, selbst kleine Wiesengräben mit fließendem Wasser sind meist hier und da von Erlengebüsch umsäumt. Auch verschiedene Weidenarten treten gern am Uferrande als Gebüsch auf, und zwischen ihrem Geäst steigen die Ranken des wilden Hopfens in die Höhe; vereinzelt leuchten auch die violetten Blüten des Bittersüßes, einer kletternden Nachtschattenart, aus dem grünen Blätterdickicht hervor, und das Klebkraut hakt sich mit seinen gekrümmten Haaren bis fast in die Krone der Weidenbüsche.

Unter allen Labkrautarten wird das Klebkraut (Galium Aparine) am höchsten, aber seine dünnen Stengel sind nicht imstande, sich aus eigener Kraft aufrechtzuerhalten, sie müssen eine Stütze haben, an welcher sie sich festhalten können.

Fig. 22. Klebkraut (Galium Aparine).

Dieses Festhalten wird durch die zahlreichen, hakenförmig gekrümmten Haare bewirkt, die ihren Zweck so gut erfüllen, daß ein abgerissenes Zweigstück kleben bleibt, wenn man es jemandem auf die Kleider wirft.

Stellenweise, wo der Bach sich verflacht und verbreitert, seine Strömung langsam wird, so daß sein Wasser fast still-

zustehen scheint, tritt eine andere Vegetation auf, die sich der des Sumpfes nähert und unter Umständen, besonders im Tieflande, vollständig in eine Sumpfflora übergehen kann. Hier ist die Charakterpflanze das Schilfrohr (Phragmites communis), die höchste unserer heimischen Grasarten, die durchschnittlich eine Höhe von etwa 3 Meter, in den Rohrwäldern der Niederlausitz und des Spreewaldes aber selbst von 10 Meter erreichen kann; hier mag sie an die Bambusdschungel der Tropen in ihrer Üppigkeit erinnern. Auch das eigentliche Schilf, Lieschkolben (Typha latifolia), mächtige Binsen und Simsen, Arten der Gattungen Juncus und Scirpus stellen sich ein, je mehr das Gelände den Charakter eines eigentlichen Sumpfes annimmt.

Der eigentliche Sumpf, der mit dem Grünlandsmoor oder Wiesenmoor fast gleichbedeutend ist, trägt nach den örtlichen Verhältnissen einen recht verschiedenartigen Charakter. Schon sumpfige Stellen auf Wiesen unterscheiden sich durch ihre abweichende Flora von der Umgebung. Hier blüht im Frühjahr die allbekannte Sumpfdotterblume oder Butterblume, auch Schmalzblume, Kuhblume oder wie sie sonst noch genannt wird. Ihre großen, glänzenden, intensiv grünen, herzförmig-kreisrunden Blätter sind ebensowenig zu verkennen, wie ihre etwas aufdringlich goldgelben, fetten Blumen. Ihre Blütezeit dehnt sich sehr lange aus, von Anfang April bis in den Juni, selbst bis zum Herbst, und wenn man später die nicht gerade besonders schönen Blüten auch kaum mehr beachtet, so erfreuen sie uns doch als Frühlingsboten. Ihre Blütenknospen werden in ganz jungem Zustande in manchen Gegenden gesammelt und zur Verfälschung von Kapern, denen sie sehr ähnlich sind, verwendet. Auch manche Hausfrau macht sie als Kapern ein; selbstverständlich können diese Knospen nur das Auge täuschen, einen Kapergeschmack besitzen sie nicht.

Eine typische Sumpfpflanze ist auch der **Bitterklee**, Menyanthes trifoliata, zu den Enziangewächsen gehörig, durch derbe, dreizählige Blätter ausgezeichnet, die an Kleeblätter eigentlich in nichts als in der Dreizahl der Blättchen erinnern. Seine Blüten sind sehr zierlich, weißlichrosa mit langen, auf der Innenseite lang bartartig bewachsenen Zipfeln. Er ist

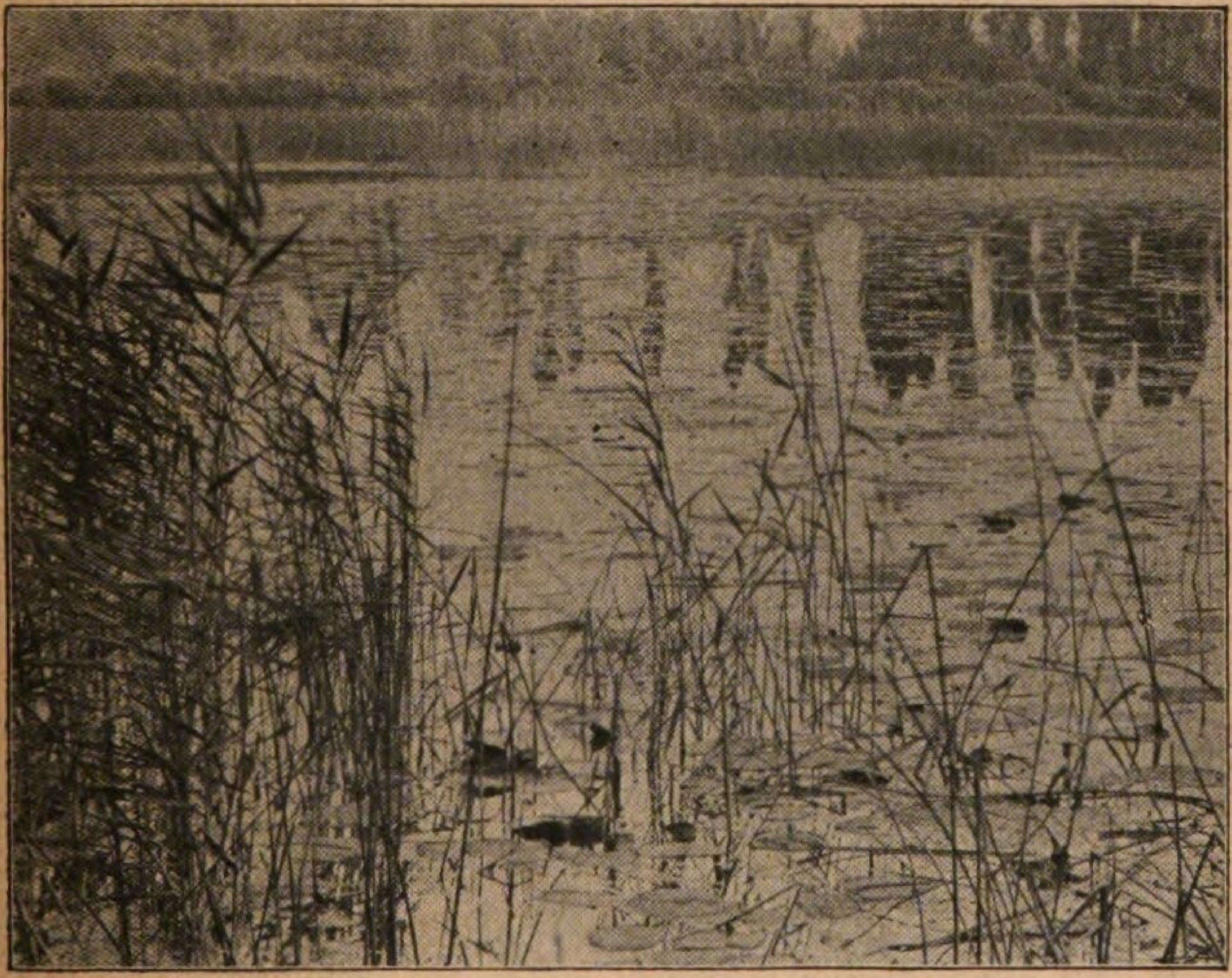

Fig. 23. Am Schilfweiher.

dadurch von Interesse, daß er in jedem Falle selbst in den tiefsten Sümpfen diejenigen Stellen anzeigt, an welchen der Fuß nicht ins Bodenlose versinkt, welche man also ohne Lebensgefahr betreten kann.

Feuchte Stellen in Wiesen, am Rande von Gräben oder Quellen, nicht aber eigentlichen Sumpf liebt auch das **Vergißmeinnicht** (Myosotis palustris), jene liebliche Blume, die seit alter Zeit mit besonderer Vorliebe als Gegenstand

mehr oder weniger gefühlvoller Dichtungen hat dienen müssen. Merkwürdig ist, daß einige nahe Verwandte des gewöhnlichen Sumpfvergißmeinnichts, besonders M. arenaria, gerade auf recht trockenem Boden sich wohl fühlen, eine Erscheinung, die allerdings im Pflanzenreiche nicht gerade vereinzelt ist; dabei lenken sich unsere Gedanken unwillkürlich auf die Wanderungen und damit zusammenhängenden Veränderungen der einzelnen Arten. Vielleicht ist gerade dadurch eine Trennung in verschiedene Arten bei Myosotis entstanden, daß die einen Samen einer Art nur auf trockenes Land gelangten und sich dort weiter entwickeln mußten, während die andern umgekehrt stets nur feuchten Boden zur Verfügung hatten. Solche Verhältnisse kommen bei den Wanderungen der Pflanzen gewiß nicht selten in Frage, und eine der Lehren, welche das Problem von der Entstehung der Arten zu lösen sucht, die Migrationstheorie, ist sehr wesentlich auf solche durch die Veränderung des Standortes herbeigeführte Veränderungen in den Eigenschaften einer Art zu ihren Erklärungen angewiesen.

Wenden wir uns jetzt den eigentlichen Wasserpflanzen zu, so läßt sich auch hier ohne weiteres feststellen, daß jedem Gewässer von besonderem Charakter auch eine bestimmte Flora zukommt. In dem tosenden Wildbach des Gebirges sind die Blütenpflanzen kaum heimisch, dafür sind die Steine in seinem Bett mit Moosen und Algen überzogen. Selbst in dem tollsten Strudel fehlen die pflanzlichen Wesen nicht, wenn sie auch dem bloßen Auge verborgen bleiben. Auch hier sind die Steine und Felsmassen mit einer dünnen Schleimschicht überzogen, die aus Algen besteht, und zwar aus Kieselalgen oder Diatomeen, jenen nur unter dem Mikroskop erkennbaren Wesen, deren harter Kieselpanzer die schönsten und zierlichsten Zeichnungen aufweist, die überhaupt in der Natur zu finden sind. Aber nur dem mit den besten Mikroskopen bewaffneten Auge enthüllen sich diese Schönheiten in

ihrer ganzen Fülle, sind doch bei manchen Diatomeen die Zeichnungen so zart und so klein, daß man sie direkt als Probeobjekte für die Leistungsfähigkeit von Mikroskopen verwendet. Die Schleimschicht auf den Steinen, deren Berührung mit der Hand uns zuerst ein unbehagliches Gefühl verursachte, verliert alles Ekelhafte, wenn wir erst einmal die Schönheit der Geschöpfe kennen gelernt haben, aus denen sie gebildet wird.

Ähnlich ergeht es uns noch mit andern Algen; am Rande des Teiches, an den wir auf unserm Spaziergange kommen, finden wir eine schwimmende, watteartige, grüne Masse. Wir versuchen etwas mit dem Stock herauszufischen, aber das will nicht so leicht gelingen, es gleitet immer wieder an ihm ab; bekommen wir dann endlich etwas davon in die Hand, so wird manchem ebenfalls ein gewisses Ekelgefühl vor der schlüpfrigen, schleimigen, grünen Fadenmasse aufstoßen. Schon bei schwacher Vergrößerung unter dem Mikroskop verlieren aber die Algenfäden jedes Häßliche; es ist eine Spiralbandalge, Spirogyra, deren länger oder kürzer zylindrische, zu langen, unverzweigten Fäden zusammengesetzte Zellen mit sehr zierlichen, spiralig gewundenen grünen Chlorophyllbändern ausgestattet sind. Haben wir Gelegenheit, an verschiedenen Gewässern solche Algenproben in kleinen Gläschen mitzunehmen und zu Hause unter dem Mikroskop zu untersuchen, so wird sich jedem, der diese mikroskopische Pflanzenwelt zuerst kennen lernt, ein Gefühl des Staunens über die unendliche Mannigfaltigkeit und Zierlichkeit der kleinsten Lebensformen aufdrängen, Schönheiten, die sich erst dem bewaffneten Auge enthüllen und deshalb der überwiegenden Mehrzahl der Menschen dauernd verborgen bleiben.

Aber die Pflanzenwelt unserer Gewässer bietet auch dem bloßen Auge noch genug des Anziehenden und Schönen. Neben der grünen, watteartigen Algenmasse schwimmen eine Menge kleiner grüner langbewurzelter Pflänzchen, Wasserlinsen oder Entenflott, unsere kleinsten Blütenpflanzen, die freilich nur sehr selten einmal zum Blühen kommen und dann eine so unscheinbare Blüte tragen, daß man sie erst mühsam suchen muß. Ja manche der zu den Wasserlinsen gehörigen Gewächse stellen nur einfache runde Kügelchen dar, ohne Wur-

zeln, wenig über stecknadelkopfgroß. Und dicht neben diesen Zwergen unter unsern Blütenpflanzen blüht eine der schönsten Zierden unserer heimischen Flora, die weiße Seerose, Nymphaea alba, deren kaum schönere südliche Schwester, die Lotosblume, schon im Altertum gefeiert wurde. Auch unsere Seerose ist ebenso wie die unscheinbarere gelbe viel von Dichtern besungen worden; aber unsere Dichter sind bei ihren poetischen Ergüssen gewöhnlich schlechte Naturbeobachter, denn gar viele von ihnen lassen die Seerose ihre Blütenpracht bei Mondschein entfalten. In der Nacht aber schläft die Seerose und öffnet ihre Blüten nur bei vollem Tageslicht, frühzeitig abends schließt sie sie wieder. Deshalb sieht man auch Seerosen, die doch unstreitbar zu unsern schönsten Blumen gehören, kaum jemals als Blumenschmuck bei Abendfestlichkeiten verwendet, denn die geschlossenen Blütenknospen erscheinen durchaus plump und unschön. Aber es gibt ein Mittel, wenigstens für eine Nacht das Schließen der Seerosenblüte zu verhindern: man braucht nur fein gestoßenen Zucker zwischen die Blumen- und Kelchblätter zu streuen, dann bleiben sie offen, verwelken allerdings am andern Tage.

Die weiße Seerose kann uns noch mancherlei botanisch Interessantes zeigen. Untersuchen wir die Blumenblätter, so zeigt sich, daß dieselben nach innen zu immer schmaler werden; schließlich finden wir an zwar schon sehr schmalen, aber immer noch deutlich blattförmig gestalteten Gebilden Staubbeutel auftreten, und allmählich gehen die Blumenblätter immer mehr in normale Staubblätter über. Dieser allmähliche Übergang zeigt uns, daß auch die Staubfäden nichts anderes als Blattgebilde sind, die für ihren besonderen Zweck, ebenso wie die andern Teile der Blüte eine Umwandlung erfahren haben.

Einen beträchtlichen Anteil an der Flora der Gewässer haben auch die Laichkräuter, Arten der Gattung Pota-

mogeton, in rasch fließenden Bächen und Flüssen Arten mit langen, grasartigen Blättern, wie ja die Gewalt des strömenden Wassers überhaupt die Neigung zeigt, alle Pflanzenorgane in die Länge zu dehnen. Auch in toten Flußarmen, in Seen und Teichen sind sie reichlich vertreten, aber Arten mit breiteren, selbst fast kreisrunden Blättern. Ihre Blüten sind unscheinbar, wie überhaupt die Pflanzen nichts besonders Auffallendes oder Anziehendes haben, aber sie kommen oft in so großer Menge im Wasser vor, daß sie ein dichtes, für einen Schwimmer fast undurchdringliches Gewirr von verzweigten Stengeln bilden. Eine seltsame Erscheinung ist die immer seltener werdende und in vielen Gegenden bereits verschwundene Wassernuß (Trapa natans) mit ihren schwimmenden Blattrosetten. Der Stengel wurzelt tief im Schlammgrunde und treibt oft viele Meter lang bis an die Wasseroberfläche, wo sich die Rosette entfaltet. Die Blätter besitzen einen an einer Stelle eigentümlich blasenförmig angeschwollenen Stiel; diese Blase ist hohl, lufthaltig und dient als Schwimmblase, um die Rosette, in der sich später auch die Blüten entwickeln, an der Oberfläche des Wassers zu halten.

Wesentlich anders, als an und in unseren Binnengewässern entwickelt sich die Pflanzenwelt am Meeresstrande, aber wie der Meeresstrand selbst, so ist auch seine Flora außerordentlich verschieden; auf den bis in das Meer hinein ragenden Kreidefelsen Rügens dehnen sich die herrlichsten Buchenwälder aus, während auf den Wanderdünen der kurischen Nehrung kaum armseliger Windhafer gedeiht. An den flachen Küsten der Nordsee legt der ewige Wechsel zwischen Ebbe und Flut bald weitausgedehnte Strecken trocken, bald setzt er sie mehrere Meter tief unter Wasser, nur einzelne Löcher und Rinnsale behalten dauernd, auch bei tiefster Ebbe noch so viel von dem feuchten Element, daß sich echte Meeresbewohner in ihnen halten können.

An der Grenze zwischen Ebbe und Flut und noch einige Meter tiefer entwickelt sich besonders das Heer der Algen in roten, braunen, grünen oder blaugrünen Formen. Die Rotalgen sind namentlich in südlichen Meeren oft von einer außerordentlichen Farbenschönheit, bei uns treten sie gegen die einförmigeren Braunalgen sehr zurück; namentlich eine Art der letzteren hat eine sehr große Verbreitung an den deutschen Küsten, der Blasentang, Fucus vesiculosus. Seine dunkelolivbraunen, flach blattartigen, von starker Mittelrippe durchzogenen, mehrfach gegabelten Zweige weisen verschiedene blasenförmige, mit Luft gefüllte Anschwellungen neben der Mittelrippe auf, welche die Größe einer kleinen Bohne erreichen können. Die Blasen helfen der wurzelnden Alge, sich im Wasser aufrecht halten; wir fanden ähnliche Schwimmorgane schon bei einer Pflanze des süßen Wassers, bei der Wassernuß, deren Blattstiele ebenfalls blasenförmige Anschwellungen besitzen. Unter den Grünalgen fällt uns eine allerdings nicht überall vorkommende Art auf, deren Körper eine unverkennbare Ähnlichkeit mit einem Salatblatt besitzt; Meersalat, Ulva Lactuca, wird sie deshalb auch genannt, und stellenweise in den südlichen Meeren werden ähnliche Formen auch genossen. Indessen soll das Gericht nicht nach jedermanns Geschmack sein. Schon der eigentümliche Geruch, den selbst ganz frische Meeresalgen ausströmen, ist für viele Menschen höchst widerwärtig.

Neben den Algen kommen nur wenige Pflanzen im Wasser selbst in Betracht, wenn wir zunächst von den mikroskopisch kleinen ganz absehen. Blütenpflanzen sind überhaupt in unseren Meeren nur in ganz geringer Anzahl vorhanden, am häufigsten noch das Seegras, Zostera marina, das stellenweise in sehr großer Menge vorkommt und dann gesammelt und an Stelle von Roßhaaren zu Polsterungen verwendet wird. Es ist aber kein Gras, wie man aus dem Namen ver-

muten könnte, sondern nur in seiner Gestalt grasähnlich. In mancher Hinsicht ist seine Lebensgeschichte interessant und abweichend von der anderer Blütenpflanzen, so besonders in der Art der Übertragung des Blütenstaubes auf die Narben, die hier durch das Wasser stattfindet, während dies bei andern Blütenpflanzen, mit verschwindenden Ausnahmen, durch Insekten oder durch den Wind geschieht. Ganz abweichend ist schon die Gestalt der Pollenkörner oder des Blütenstaubes; es sind hier gar keine eigentlichen Körner mehr, wie bei andern Blütenpflanzen, von rundlicher oder kurz elipsoidischer Gestalt, sondern lang gestreckte, fast bandförmige, an dünne Algenfäden erinnernde Gebilde, die passiv vom Wasser an die ebenfalls lang bandförmigen Narben getrieben werden. Die Pollenkörner sind auf diesen Transport durch das Wasser auch vollständig angewiesen, da die Blüten des Seegrases sich unter Wasser öffnen; der Pollen anderer Pflanzen dagegen geht im Wasser zugrunde, und deshalb finden wir bei letzteren vielfach besondere Einrichtungen, um den Blütenstaub vor Feuchtigkeit zu schützen. Ähnliche Einrichtungen, wie das Seegras besitzen noch einige andere marine Blütenpflanzen, die fast sämtlich zur Familie der Laichkräuter (Potamogetonaceae) gehören, von denen wir bereits süßwasserbewohnende Formen, die Windblütler sind, kennen gelernt haben.

Der Einfluß des Salzgehaltes im Boden der Strandgebiete äußert auch auf die Landpflanzen eine unverkennbare Wirkung; sehr viele Arten, die sonst noch sehr gut am Strande fortkommen könnten, vertragen das Salz nicht, nur einige scheinen sich gerade bei einem gewissen Kochsalzgehalt wohlzubefinden, die Halophyten. Wir finden sie deshalb nicht bloß am Meeresstrande, sondern auch im Binnenlande, wo der Boden kochsalzhaltig ist, und ihre größte Entwickelung haben sie gerade in den dürren Salzsteppen der heißen Län-

der erfahren. Diese typischen Salzpflanzen, besonders die Arten der Gattungen Salicornia und Salsola haben auch schon in ihrem Äußeren etwas an sich, was sie ohne weiteres von andern Pflanzen unterscheiden läßt, ein eigentümlicher, gedrungener Wuchs, dicke, fleischige Blättchen, oft eine rötlichgrüne Farbe, kurz, sie fallen auch da auf, wo noch andere, nicht ausgesprochene Salzliebhaber dazwischen wachsen. Das rührt zum Teil daher, daß der Kochsalzgehalt auch auf feuchtem Boden den Pflanzen die Wasseraufnahme sehr erschwert und sie sich deshalb vor zu starker Verdunstung möglichst schützen müssen.

Eine allbekannte Eigenschaft des Kochsalzes ist es, Wasser anzuziehen, es hält das Wasser auch mit einer gewissen Kraft fest, und diese osmotische Kraft des Kochsalzes wirkt dem Bestreben der Pflanzenwurzeln, Wasser aufzunehmen, entgegen. In dieser Hinsicht sind also die auf Salzboden wachsenden Pflanzen schlechter gestellt, als andere, während die die Verdunstung veranlassenden Faktoren die gleichen bleiben. Um nun dieses Mißverhältnis auszugleichen, wenden die Pflanzen verschiedene Mittel an, oder vielmehr, es haben sich bei ihnen verschiedene Einrichtungen im Lauf der Zeit herausgebildet, die dazu dienen, die Verdunstung herabzusetzen. Das geschieht bei unsern Salzpflanzen hauptsächlich durch Verkleinerung der verdunstenden Fläche, der Blätter, durch Verdickung dieser letzteren, damit die größere Masse derselben bei kleiner Oberfläche große Mengen Wasser speichern kann. Die dicken, fleischigen Blättchen sind tatsächlich zu Wasserspeichern geworden, wie wir sie in ähnlicher Weise bei den Fettblattgewächsen oder Blattsucculenten wiederfinden. Denn auch diese, an dürren, sonnigen Standorten wachsend, wie unsere Dachwurz oder der Mauerpfeffer, haben mit Wassermangel zu kämpfen und schützen sich durch ganz ähnliche Einrichtungen, wie die Salzpflanzen, obwohl beide doch so gänzlich verschiedene Standorte bewohnen.

Eine absolute Notwendigkeit ist übrigens auch für diese typischen Salzpflanzen der Salzgehalt des Bodens nicht; denn sie kommen in der Kultur auch noch auf sehr kochsalzarmem Lande ganz gut fort, aber nur, wenn ihnen andere Konkurrenz ferngehalten wird, im Wettbewerb mit andern Pflanzen unterliegen sie hier. Auf Salzboden aber folgt ihnen der weitaus größte Teil anderer Pflanzen

nicht nach, und darum sind sie hier von aller gefährlichen Konkurrenz befreit. Es gibt aber neben diesen ausgesprochenen Halophyten eine Anzahl salzliebender Pflanzen, wie unsere Melden (Chenopodiaceae), die überall da gut gedeihen, wo der Boden salzhaltig ist, ohne gerade ausschließlich da vorzukommen.

Manche Strandgegenden, besonders die flachen Küsten der Nordsee und der ihnen vorgelagerten Inseln ermangeln des Baumwuchses fast ganz. Die Gewalt der mächtigen Stürme, die ungehindert über die weite Fläche des Meeres daherbrausen, wirkt hier in ähnlicher Weise, wie an der Baumgrenze im Gebirge, aber oft in noch weit höherem Grade. Alle Zweige werden in die vom Winde abgekehrte Richtung gezwungen oder gebrochen, und selbst die Wipfel, sobald sie eine geringe Höhe erreicht haben, müssen dieser allgebietenden Macht folgen. Alles verkrüppelt und wird zu niederem Buschwerk, kaum meterhoch sich über den Boden erhebend, was anderwärts sich zu schlanken und hohen Stämmen entwickelt. Daß das die Gewalt des Sturmes ist, die solche Verunstaltungen des Baumwuchses hervorbringt, läßt sich überall da erkennen, wo irgend welche Holzgewächse im Schutze eines Gebäudes oder eines Deiches sich entwickeln. Hier wachsen die Stämmchen gerade, die Zweige entwickeln sich normal nach allen Richtungen, soweit der Schutz eben reicht; darüber hinaus beginnt sofort die Verkrüppelung wieder. Merkwürdig sehen solche niedere Hecken aus Holzgewächsen aus, die wir sonst nur als stattliche Bäume zu sehen gewöhnt sind. Da die Winde fast ausschließlich aus Westen kommen, so sind auch alle Sträucher von Westen nach Osten zu verzerrt, als wenn sie künstlich durch den Gärtner so gezogen worden wären Der rauhe Gärtner ist aber der Sturm, und was sich nicht vor ihm duckt und sich zum Hinkriechen am Boden verstehen mag, wird erbarmungslos um- oder ausgerissen. Viele Holzgewächse vertragen eine solche Behandlung nicht auf die Dauer und gehen ein, nachdem sie sich ein paar Jahre mühsam als

Strauch herumgequält haben, während andere trotz dieser ungünstigen Bedingungen ein hohes Alter erreichen können.

Wer die üppige Flora des Gebirges mit den zahlreichen schönblühenden Kräutern kennen gelernt hat, dem wird gerade in dieser Hinsicht die Pflanzenwelt des Strandes recht armselig erscheinen. Und in der Tat, was an Blumen hier vorhanden ist, kann sich mit denen des Gebirges nicht messen. Nur eine prägt sich wegen ihrer Eigenart dem Gedächtnis ein, die Stranddistel, Eryngium maritimum, die allerdings bei der Unvernunft vieler Strandbesucher in manchen Gegenden bald ausgerottet sein wird. Auch sie kann man eigentlich nicht gerade als Schönheit bezeichnen, aber sie ist immerhin eine auffallende und anziehende Erscheinung, die mit ihrer meergrünen Farbe und ihren amethystblauen Blüten recht an den Strand paßt.

Wenden wir uns vom Meer dem Gebirge zu, so finden wir auf relativ kleinem Raum die verschiedensten Vegetationsformen.

Als Alexander von Humboldt den Chimborasso bestieg, nahm er wahr, daß sich die Flora vom Fuß des Berges an nach oben zu ganz in derselben Weise veränderte, wie vom Äquator nach den Polen zu; unten tropischer Urwald, oben, an der Grenze des Pflanzenwuchses, niedrige, kümmerliche Pflanzengestalten, wie sie in ähnlicher Form den Ländern um den Nordpol eigen sind. Und in der Tat machen sich mit zunehmender Höhenlage ganz ähnliche Einflüsse auf das Leben der Pflanzen geltend, wie bei der Annäherung an den Pol, vor allem die größere Temperaturabnahme.

Aber auch noch andere, der größeren Höhenlage eigene Bedingungen treten hinzu, die bei zunehmender geographischer Breite nicht wirksam sind: die dünnere Luft, die viel größere Intensität der Sonnenstrahlung, geringere Luftfeuchtigkeit und der schroffe Wechsel zwischen Tages- und Nachttempera-

tur. Umgekehrt fehlt bei Bergen, die in den Tropen liegen, der scharf ausgesprochene Wechsel der Jahreszeiten, der sich gerade mit der Annäherung an den Pol besonders bemerkbar macht. Dann aber tritt mit zunehmender Höhe auch die immer steigende Wirkung des Windes sehr deutlich hervor, besonders am Baumwuchs, der die Spuren von der Gewalt der Stürme in unverkennbarer Weise an sich trägt.

In unsern deutschen Gebirgen finden wir diese Mannigfaltigkeit der Vegetationsbilder freilich nicht, wie sie in den Tropen, am Chimborasso, auftreten, die ganze üppige Pflanzenwelt des Südens fehlt, und wir finden am Fuße der Berge eine Vegetation, wie sie am Äquator erst in mehreren tausend Metern Höhe sich einstellt. Nichtsdestoweniger werden wir aber selbst schon bei einer Besteigung des Feldberges im Schwarzwald, oder des Brockens, noch weit mehr aber bei einer Alpenreise den Einfluß der Höhenlage beobachten können; allerdings will auch hier das Sehen und Beobachten gelernt sein.

Das erste, was uns bei einer Bergbesteigung auffällt, sind die Vegetationszonen, die sich wie Gürtel um ihn herum ziehen. Über dem Lande, welches noch dem Ackerbau und der Obstkultur gewidmet ist, stellt sich der Wald ein, und zwar gewöhnlich zuerst Laubwald, hauptsächlich durch Rotbuchen gebildet, später Nadelwald, und auf die Waldzone folgt eine Region, in welcher Gräser die Herrschaft angetreten haben, die Region der Alpenmatten-Weiden. Darüber hinaus wird die Vegetation spärlich; Felsmassen und Steingeröll lassen nur wenig fruchtbaren Boden zwischen sich, und nur wie Oasen heben sich aus den Trümmermassen Ansiedelungen niedriger dicht aneinander gedrängter Kräuter hervor. Es ist die eigentliche Zone der Alpenpflanzen, die durch ihre schönen, oft intensiv gefärbten Blüten sich das Herz aller Bergwanderer erobert haben. Noch weiter hinauf wandern Moose und Flechten, besonders die letzteren, an nackten Fels-

wänden oder losem Trümmergestein sich anklammernd, unscheinbar, und doch als Pioniere des Lebens eine wichtige Aufgabe im Haushalte der Natur erfüllend.

Die Flechten, die sich an den Felsen des Gebirges ansiedeln, werden von dem Unkundigen gewöhnlich ganz übersehen, und er muß erst ganz speziell darauf aufmerksam gemacht werden, um wahrzunehmen, daß da auf dem Gestein etwas vorhanden ist, was nicht zu diesem selbst gehört. Aber diese unscheinbaren Flechten sind unablässig tätig das harte, unfruchtbare Gestein in fruchtbaren Erdboden umzuwandeln. Sie scheiden eigentümliche, organische Säuren, die Flechtensäuren aus, welche ebenso, wie bei der Atmung gebildete Kohlensäure zersetzend aus vielen Mineralien, aus denen die Gesteine aufgebaut sind, wirken. Der Flechtenkörper selbst schmiegt sich so eng an das Gestein an, daß er dieses wie eine Kruste überzieht, und man nennt deshalb auch diese ganze Flechtengruppe Krustenflechten. Sie können sich noch da entwickeln, wo selbst die feinsten Würzelchen der Blütenpflanzen oder selbst die noch viel feineren Haftorgane der Moose keinen Halt mehr finden. Aber unter den Krusten der Flechte sammelt sich ein Teil des zersetzten Gesteins in Form von Erdboden an, der Flechtenthallus selbst zerfällt stellenweise und bildet mit dem darunterliegenden zersetzten Gestein eine dünne Schicht, auf welcher sich jetzt schon Moose ansiedeln können Diese bilden mit der Zeit schon dickere Polster, zwischen ihren Würzelchen, Stengeln und Blättern sammeln sich allerlei staubige und erdige Teilchen, und die Erd- und Humusschicht wächst, bis schließlich auch einmal ein Samenkorn einer Blütenpflanze ausreichenden Boden zur Entwickelung findet. Das Leben dieser Pflanzensiedelungen ist freilich dauernd gefährdet; durch die Tätigkeit der Flechten und der nachfolgenden höheren Pflanzen entstehen in dem Gestein kleine, unmerkliche Spalten und Vertiefungen, die sich gelegentlich mit

Wasser füllen. Friert dann einmal das Wasser, so übt es eine derartige Sprengwirkung dabei auf die Wände der Spalten und Vertiefungen aus, daß sich Gesteinstücke loslösen und oft mitsamt der jungen Kolonie in die Tiefe stürzen.

Die Blütenpflanzen, die sich zuerst einstellen, sind ausnahmslos niedrig am Boden sich hinschmiegende Kräuter, gewöhnlich mit einer Rosette grundständiger Blätter, aus der sich nur zur Blütezeit ein meist nicht sehr hoher Schaft erhebt. Sehr häufig bilden diese typischen Hochgebirgspflanzen dichte Polster, oft nur aus einer einzigen, aber sehr reich verzweigten Pflanze bestehend und dicht untereinander verflochten oder verfilzt. Diesen dicken Polstern kann der Wind natürlich nicht viel anhaben, er bläst darüber hin, ohne die Pflanze packen zu können, während er hochgewachsene viel leichter entwurzelt oder knickt.

Daß die Blüten der Alpenblumen besonders lebhaft sind, ist allgemein bekannt; viele verlieren, in tiefere Lagen versetzt, diese Farbenpracht und werden selbst unschön, wie das jetzt so viel in Töpfen oder Gärten gezogene Edelweiß. Es gedeiht da zu einer üppigen, fetten, grüngrauen Pflanze, die man unzweifelhaft als abscheuliches Unkraut sofort ausraufen würde, wenn es sich von selbst irgendwo einstellte, denn an die schöne, glänzend weißwollige Alpenblume erinnert sie gewiß nicht mehr.

Die Zahl der in diesen Regionen, aber an geeigneten Stellen auch noch viel weiter herab vorkommenden, schönblühenden Alpenpflanzen ist eine große, besonders verschiedene Steinbrecharten (Saxifraga) und Mannsschild (Androsace), ferner einzelne Arten aus den Gattungen Draba, Arabis, Silene, Sempervivum, Primula, Gentiana und viele andere sind im Hochgebirge heimisch. Sie müssen den kurzen Sommer, der in den höchsten Lagen oft nur wenige Wochen dauert, gründlich ausnutzen, wenn sie blühen und fruchten wollen,

und haben es deshalb auch sehr eilig. Kaum ist ihr Standort vom Schnee des langen Winters frei geworden, so strecken sie ihre zierlichen Blüten auch schon dem Sonnenlicht entgegen, ja manche können es so gar nicht erwarten, daß sie die Blütenstiele durch den Schnee selbst hindurchtreiben.

Auch die Gräser stellen sich zwischen ihnen ein und nehmen an Zahl und Dichtigkeit zu, je mehr sich die Gegend der eigentlichen Mattenregion nähert. Hier sind sie dann die eigentlichen Herrscher, aber doch immer noch sehr reichlich mit allerlei andern Alpenkräutern durchsetzt, die dem Heu dieser Wiesen jenen überaus würzigen, charakteristischen Duft verleihen.

Nicht unvermittelt gehen diese Matten in die darunterliegende Waldzone über; erst stellt sich allerlei niedriges Gestrüpp ein, eine Strauchvegetation, oft aus den schönblühenden Alpenrosen gebildet, an andern Stellen aus der Krummholzkiefer oder Latsche, und diese Latschenfelder bilden mit ihren wirr durcheinander liegenden Stämmen und Zweigen ein oft undurchdringliches Dickicht. Dieselbe Kiefernart, die hier, oberhalb der eigentlichen Baumgrenze, mit niederliegenden, fast kriechenden Stämmen ausgedehnte Buschvegetationen bildet, wächst auch in den Mooren der Tiefebene, hier aber als aufrechter Stamm, der in seinem Wuchs gar nicht mehr an das Krummholz des Hochgebirges erinnert. Man möchte glauben, daß die Latsche im Gebirge durch die weit größere Gewalt des Sturmes zu dem niederliegenden Wuchse gezwungen wird, aber das ist nicht die einzige Ursache, auch der felsige Boden spielt dabei eine große Rolle. Hier kann der Baum keine tiefe Pfahlwurzel treiben, die einen aufrechten Stamm zu tragen imstande ist, wie im tiefgründigen Moor.

Wo die eigentliche Waldregion beginnt, in den Alpen bei 1700 bis 1900 Meter über dem Meere, treten zuerst nur wenig Nadelholzarten auf. Am höchsten gehen Zirbelkiefer oder Arve und Lärche, denen sich in manchen Gegenden auch die

Fichte anschließt. Aber an der oberen Baumgrenze sind es absonderliche Pflanzengestalten, zerzaust, zerrissen, von der Gewalt des Sturmes niedergezwungen und doch sich immer wieder aufrichtend, mit unzähligen vernarbten Wunden, die sie im Kampf mit dem Wetter davongetragen.

Bei uns haben die Winde eine vorherrschend westliche Richtung, und besonders Stürme kommen fast nur aus Westen.

Fig. 24. Krummholzkiefer.

Das läßt sich auch ganz deutlich an der Baumgrenze erkennen, wie sich hier überhaupt die Wirkung des Windes ganz besonders bemerkbar macht. Schon in tieferen Lagen sehen wir den Wuchs der Bäume an exponierteren Stellen durch den Wind in der Weise beeinflußt, daß die Äste auf der Windseite kürzer, auf der vom Winde abgewendeten Seite länger erscheinen. Das steigert sich, je mehr die Bäume dem Winde ausgesetzt sind, also nicht bloß mit zunehmender Höhenlage,

sondern auch am Waldrande, an vorspringenden Ecken, Bergkämmen. Schließlich sehen die Bäume aus, als ob sie in der vom Wind abgekehrten Seite in die Länge gezogen seien, und sie machen auch bei Windstille den Eindruck, als wären sie vom Winde gepeitscht; „windgepeitscht" nennt man auch diese durch Wind verzerrten Baumgestalten. Wird die Wirkung des Windes noch größer, so entwickeln sich die Äste auf der Windseite überhaupt nicht mehr, oder sie biegen sich dicht am Stamm nach der entgegengesetzten Seite um: dasselbe ist mit den seitlichen, also rechtwinkelig zur Windrichtung stehenden Zweigen der Fall. Die Bäume sehen aus, als ob sie mit einer Riesenschere an drei Seiten ihrer Zweige beraubt seien, weshalb sie als „windgeschert" bezeichnet werden. In geschlossenen Beständen, an Stellen, die an kahle Flächen anstoßen, besonders auf einseitig bewaldeten Bergkämmen, sind die Randbäume oft sämtlich mehr oder weniger deutlich windgeschert.

Blitzschäge und Wind sind es auch, die am Zustandekommen jener bizarren Pflanzengestalten beteiligt sind, die als Wetterbäume bezeichnet werden; sie nehmen manchmal die merkwürdigsten Formen an, meist entwickeln sich von einem kurzen, zuweilen liegenden Hauptstamm mehrere getrennte, aufrechte Wipfel, so daß das Aussehen von Kandelabern oder Leiern entsteht, wonach sie dann auch ihre Bezeichnung erhalten. Gewöhnlich sind es sehr alte Bäume, die im Lauf langer Zeiträume wiederholt verschiedene Verwundungen erfuhren und dann solche Zerrformen annahmen.

Mitunter finden wir unsere gewöhnliche Fichte im Gebirge in einer Form wieder, die den mit den Verhältnissen nicht Vertrauten zu der Annahme führen könnte, daß die Schere eines Gartenkünstlers seit Jahren an den jungen Bäumen gearbeitet hat, um möglichst dichte, oft fast kugelige Hecken aus ihnen zu erziehen. Aber die Schere ist das Ge-

biß von Kühen und Ziegen, die alljährlich von neuem die Endtriebe abbeißen und so zu einer dichten Buschbildung führen. Obwohl weder Klima noch sonstige in der Natur des Gebirges selbst liegende Verhältnisse diese Buschbildungen der Fichte bewirken, sind sie doch vom Gebirge untrennbar; denn nur hier herrscht noch eine so ausgedehnte Weidewirtschaft, die das Zustandekommen der in der Schweiz als „Geißtannli" bezeichneten Weidbüsche ermöglicht. Vereinzelt finden wir auch ähnliche Fichtenbüsche, die ihre Entstehung dem Verbeißen der jungen Triebe durch Wild, besonders Hochwild, verdanken.

Fig. 25. Durch Wildverbiß entstandene Weidbuche.

Der Wald selbst mutet uns im Gebirge ganz anders an als in der Ebene; er ist frischer, urwüchsiger, kräftiger, der Forstmann kann ihn weniger zu einer Art Baumschule mit langweiligen, schnurgeraden Gestellinien machen, wie in der Ebene oder im Hügellande. Der Boden ist mit einem dicken Moospolster bedeckt, Moose und Flechten überziehen den Stamm und hängen weit von Ästen und Zweigen herab, um so

länger, je mehr wir uns der Baumgrenze nähern. Die feuchtere Luft mit den zahlreichen Nebeln gestattet diesen ja nur von der Luft ihren Wasserbedarf beziehenden Epiphyten ein üppigeres Wachstum, als in der Ebene. Besonders die Bartflechten mit ihrem reich verzweigten, feinfädigen Thallus, dessen Ähnlichkeit mit einem grauen, verworrenen Bart sofort auffällt, treten am längsten und schönsten entwickelt in der Gegend der Baumgrenze auf; sie kommen zwar noch bis herab in die Ebene vor, werden aber hier meist nur wenige Zentimeter lang.

IV. Kapitel.

Saprophyten und Parasiten.

Die Aufgabe der Pflanzenwelt im allgemeinen ist es, die organischen Stoffe, aus denen der Körper aller lebenden Wesen besteht, aus den anorganischen Stoffen zu bilden. Diese Tätigkeit der Pflanzen kommt auch den Tieren zugute, da den letzteren die Fähigkeit, aus anorganischen Stoffen ihren Körper aufzubauen, vollständig fehlt; sie sind auf die bereits vorhandenen organischen Stoffe, welche durch die Pflanzen erzeugt werden, angewiesen.

Auch unter den Pflanzen gibt es eine Anzahl Formen, die wie die Tiere gänzlich auf schon vorhandene organische Substanz angewiesen sind und sich nicht von anorganischen Stoffen ernähren können Sie stellen jedoch nicht etwa die in der Entwickelung höher stehenden Pflanzen vor, sondern sie sind im Gegenteil zumeist im Rückschritt begriffen; es sind gesunkene Existenzen, welche Kraft und Fähigkeit verloren haben, sich selbst zu erhalten, und nun auf Kosten anderer leben.

Einem Teil dieser Arten fällt freilich im Haushalte der Natur eine bedeutsame Rolle zu. Sie haben die Aufgabe,

die Tier- und Pflanzenleichen fortzuschaffen und nicht nur in rein räumlichem Sinne Platz zu machen für neues Leben, sondern auch die unentbehrlichen Stoffe, welche in jenen Leichen angehäuft und für andere Wesen nutzlos geworden sind, wieder frei zu machen, so daß sie aufs neue Verwendung finden können. Fände eine solche Zersetzung der abgestorbenen Pflanzen und Tiere nicht statt, so wäre die Erde längst mit einer so hohen Schicht von Leichen bedeckt, daß die Pflanzen mit ihren Wurzeln die Erde nicht mehr erreichen könnten und damit ein Pflanzenwachstum überhaupt ausgeschlossen wäre. Ferner hätten aber auch einige der wichtigsten Stoffe für alle lebenden Wesen, insbesondere der Kohlenstoff, der ja nur in geringer Menge in Form von Kohlensäure in der Luft vorhanden ist, eine solche Verminderung erfahren, daß er für das Wachstum der grünen Pflanzen nicht mehr zureichte.

Diesen, den Untergang alles Lebens herbeiführenden Anhäufungen unbrauchbarer, toter organischer Substanz arbeiten die Saprophyten entgegen. Alles, was abstirbt, wird von ihnen sofort in Besitz genommen, zersetzt und in einfachere, zuletzt wieder anorganische Verbindungen übergeführt, die von den grünen Pflanzen von neuem als Nahrung aufgenommen werden können. Fäulnis, Verwesung, Gärung sind Prozesse, durch welche diese Umsetzungen vor sich gehen, bewirkt durch kleinste, dem bloßen Auge meist unsichtbare Wesen, die wir unter dem Namen Gärungserreger im weitesten Sinne zusammenfassen können.

Ein anderer Teil der Pflanzen ist in gewisser Beziehung noch tiefer gesunken; sie lassen sich von andern Pflanzen vollständig erhalten, unbekümmert darum, ob der Wirt, bei dem sie sich einquartiert haben, zugrunde geht oder nicht. Sie führen oft ein sehr bequemes Dasein und haben mitunter die Fähigkeit, sich selbst zu erhalten, so vollständig eingebüßt,

daß ihnen sogar viele Organe, die ihnen sonst zukommen müßten, ganz verloren gegangen sind. Das sind die echten Schmarotzer oder Parasiten. Andere sind durchaus nicht auf Parasitismus angewiesen, nehmen aber ganz gern einmal eine passende Gelegenheit wahr, den nebenstehenden Pflanzen etwas von der gebildeten organischen Nahrung zu entziehen, obgleich sie selbst bei mangelnder Gelegenheit genügend organische Substanz für den eigenen Bedarf produzieren können. Überhaupt ist der Parasitismus bei den Pflanzen außerordentlich verschiedenartig ausgebildet, und er gewinnt schon deshalb für uns eine so hervorragende Bedeutung, weil sich an den Parasiten die Rückbildung von hochorganisierten Wesen zu mehr und mehr verkommenen in ausgezeichneter Weise erkennen läßt.

Auch aus einem anderen Grunde hat der Parasitismus für uns ein besonderes Interesse; zu den parasitischen Pflanzen gehören auch jene kleinsten Wesen, die als Erreger der gefürchtetsten Epidemien bekannt sind. Die Pest, die Cholera, der Typhus, die Diphtheritis, die Tuberkulose, die Influenza, der Milzbrand und viele andere werden durch parasitische Pflanzen, durch Bakterien hervorgerufen. Indessen gerade bei diesen Bakterien kommt Parasitismus und Saprophytismus häufig bei ein und derselben Art vor; der Typhusbazillus läßt sich beispielsweise sehr wohl auf toter organischer Substanz, auf den sogenannten „Nährböden" züchten und findet auch in zahlreichen Fällen außerhalb des menschlichen Körpers in der freien Natur die Bedingungen seines Gedeihens. Ebenso ist es mit vielen anderen Bakterien, die, wenn sie in den menschlichen oder tierischen Körper gelangen, Krankheiten erzeugen können. Einige sind dabei allerdings ziemlich wählerisch und beanspruchen entweder ein ganz bestimmtes Nährsubstrat oder ganz bestimmte Kulturbedingungen. Das Bakterium der Tuberkulose wächst z. B. nur dann, wenn dem gewöhn-

lich verwendeten Nährагar noch Glyzerin zugesetzt wird und die Kultur annähernd bei Blutwärme steht. Der Rauschbrandbazillus, der beim Rindvieh eine bösartige Krankheit hervorruft, ebenso der Organismus des Wundstarrkrampfes, Bacillus Tetani, verlangen zu ihrem Gedeihen im Gegensatz zu anderen lebenden Wesen, völligen Abschluß von atmosphärischem Sauerstoff. Die kleine Gruppe von Bakterien, die gleich den beiden genannten, nur in sauerstoffreiem Nährboden gedeihen können, nennt man Anaerobionten. Der Influenzabazillus wächst wieder nur in Berührung mit d n roten Blutkörperchen, und wenn man ihn wie andere Bakterien auf Nährагar züchten will, muß man auf der schräg erstarrten Oberfläche desselben vorher eine dünne Schicht steriles Blut ausstreichen.

Fig. 26. Milzbrandbazillus.

Auch unter den Bakterien gibt es, wiewohl selten, obligate Parasiten, d. h. Organismen, welche ausschließlich im lebenden tierischen Körper gedeihen und außerhalb desselben auf organischen, aber toten Stoffen nicht zu züchten sind. Ein Beispiel hierfür ist die Spirochaete Obermeieri, welche den Rückfalltyphus herbeiführt.

Die weitaus größte Mehrzahl der Bakterien lebt aber ausschließlich saprophytisch, begnügt sich also mit toten organischen Stoffen, die sie zersetzen und schließlich wieder in anorganische Verbindungen, hauptsächlich Kohlensäure, Ammoniak und Wasser auflösen, also in Stoffe, welche von den grünen Pflanzen wieder verwendet werden können. Dabei sind aber die Fähigkeiten zur Zersetzung der organischen Substanz unter den Bakterien außerordentlich verschiedenartig, und die Zersetzungsprozesse selbst sind je nach den daran beteiligten Arten und je nach den zur Verfügung stehenden organischen Stoffen außerordentlich mannigfaltig. Denn es

ist zu beachten, daß eine Bakterienart nur ganz bestimmte Prozesse auszulösen vermag und die Zersetzung einer organischen Verbindung nur bis zu einer bestimmten Grenze durchführen kann. Dann setzen andere Arten an und führen die Zersetzung weiter, bis schließlich die gesamte zur Verfügung stehende organische Substanz in die anorganischen Komponenten aufgelöst ist. Nun darf man sich den Vorgang nicht etwa so denken, daß immer nur zeitlich nacheinander ein Prozeß dem anderen folgt, sondern die verschiedenen Zersetzungsvorgänge laufen nebeneinander her, da ja auch die Erreger derselben gewöhnlich gleichzeitig vorhanden sind, was bei der allgemeinen Verbreitung der Fäulniserreger wohl ausnahmslos der Fall sein dürfte.

Unter den saprophytischen Bakterien gibt es zahlreiche Arten, welche für den menschlichen oder tierischen Körper niemals schädlich sind, z. B. die Organismen, welche bei der Milchsäurung und Käsereifung die Hauptrolle spielen. Andere Arten sind zwar an sich nicht pathogen, d. h. sie vermögen sich im menschlichen Körper nicht auf Kosten desselben zu vermehren und ihn zu schädigen, aber sie erzeugen bei der Zersetzung organischer Stoffe heftig wirkende Gifte, welche den Alkaloiden ähnlich sind und oft durch Massenvergiftungen infolge von Genuß verdorbener Nahrungsmittel, Wurst, Käse, Fische, Eiscreme usw. eine traurige Berühmtheit erlangt haben.

Noch andere Arten können unter meist noch nicht näher bekannten Umständen plötzlich eine parasitische Angriffskraft erlangen und den Wirt, den sie oft jahrelang als harmlose Saprophyten bewohnten, mit schwerer Krankheit bedrohen. Ein solcher Organismus ist z. B. Bacillus coli, einer der gemeinsten Darmbewohner, in jedem menschlichen Verdauungskanal stets in Massen vorhanden. Unter Umständen kann er heftig pathogen wirken, und es ist auch gelungen, durch fort-

laufende Impfung solcher pathogener Stämme dieser Art die krankheiterregenden Eigenschaften desselben zu steigern und konstant zu erhalten.

Eine Eigentümlichkeit der meisten pathogenen Bakterien besteht darin, daß die Eintrittsstelle in den menschlichen oder tierischen Körper von Wichtigkeit dafür ist, ob eine Erkrankung erfolgen kann oder nicht. So wirkt der Organismus des Starrkrampfes, Bacillus Tetani, nur, wenn er durch Wunden in den Körper gelangt, der Typhusbazillus nur, wenn er mit Nahrung aufgenommen, resp. verschluckt wird. Bei andern, z. B. beim Milzbrandbazillus ist die Eintrittsstelle gleichgültig, aber das Krankheitsbild wird ein ganz verschiedenes; kommt der Milzbrandbazillus durch Einatmung in die Lungen, so ruft er eine Krankheit hervor, die unter dem Bilde einer schweren Lungenentzündung tödlich verläuft, kommt er durch Verschlucken in den Verdauungskanal, so bewirkt er einen schweren, ebenfalls tödlich verlaufenden Darmkatarrh, und dringt er durch kleine Verwundungen in den Körper ein, so erzeugt er den Milzbrandkarbunkel, ein Geschwür, welches in der größeren Zahl der Fälle in Heilung übergeht.

Unter den parasitischen Bakterien sind bisher nur sehr wenige bekannt, die Krankheiten bei Pflanzen erzeugen; von sehr vielen wird es allerdings behauptet, jedoch wahrscheinlich mit Unrecht. Die dicken, relativ festen und schwer zersetzbaren Zellwände der Pflanzen bieten den Bakterien nahezu unüberwindlichen Widerstand, und nur die Pilze, die infolge ihres völlig verschiedenen Wachstums einen gewissen Aufwand an mechanischer Kraft zu leisten vermögen, können die pflanzlichen Zellwände durchdringen. Indessen wird eine gewisse Form der Naßfäule der Kartoffeln sicher durch Bakterien hervorgerufen; in Amerika kommt unter dem Namen Pear blight und Apple blight eine Krankheit an Obstbäumen vor, die zweifellos durch ein Bakterium, den Bacillus amylovorus, hervorgerufen wird. Auch sonst gibt es noch eine Anzahl Pflanzenkrankheiten, bei denen Bakterien als Erreger angenommen werden müssen.

Auch die parasitischen Bakterien bevorzugen ebenso wie die Pilze gewisse Organismen als Wirte; dies geht sogar soweit, daß manche Arten nur bei einer bestimmten Tierspezies vorkommen. Auch dem Menschen sind bestimmte Bakterienarten eigen: Typhus, Cholera, Rückfallfieber kommen nur beim Menschen vor und sind entweder gar nicht oder nur unter ganz bestimmten, künstlich hervorgerufenen Verhältnissen auf Tiere übertragbar.

Im allgemeinen ist bei den Bakterien eine scharfe Grenze zwischen Parasiten und Saprophyten nicht gezogen. Bei den Pilzen ist gerade das Gegenteil der Fall; man findet bei ihnen wohl auch Arten, die bald saprophytisch, bald parasitisch leben, im allgemeinen sind aber die einen nur Saprophyten, die andern nur Parasiten. Auch darin unterscheiden sie sich von den Bakterien, daß sie meist Pflanzen bewohnen und nur wenige auch Tiere. Zu den letzteren gehören mehrere insektenbewohnende Arten, unter denen Empusa Muscae die bekannteste ist. Es ist dies ein kleiner, zu den Entomophthoraceen gehöriger Pilz, welcher im Herbst die Stubenfliegen epidemisch befällt, ihren Körper mit seinem sprossenden Myzel durchwächst und nach außen kurze feine Fäden entsendet, an welchen die Sporen entwickelt werden. Diese werden bei der Reife fortgeschleudert und bilden um die toten Fliegen, die in eigentümlicher Stellung mit gespreizten Beinen festsitzen, einen weißen, staubförmigen Anflug. Kommen andere Fliegen in die Nähe, so beladen sie sich mit den fortgeschleuderten Sporen, und diese treiben Keimschläuche in den Körper der Fliege, die dann ebenfalls der Krankheit erliegt. Ein anderer Insektenpilz ist Botrytis Bassiana, welcher bei den Seidenraupen die gefürchtete Muscardine hervorruft, die mitunter die europäische Zucht der Seidenraupen in empfindlichster Weise geschädigt hat. Aus der Gattung Cordiceps leben ebenfalls mehrere Arten in verschiedenen Raupen, deren Tod sie herbeiführen.

Bei höheren Tieren sind Pilze als Parasiten selten; einige Arten der Gattung Aspergillus können unter besonderen Umständen eine Erkrankung namentlich der Nieren herbeiführen, z. B. Aspergillus niger. und bei Rindvieh und Schweinen, seltener auch beim Menschen, kommt ein Organismus, dessen systematische Stellung noch nicht ganz sicher ist, Actinomyces, als Krankheitserreger vor. Zu den parasitischen Pilzen, welche die Haut höherer Tiere bewohnen, sind auch einige beim Menschen vorkommende Arten zu rechnen, so Trichophyton tonsurans, welcher den Herpes, und Achorion Schönleini, welcher den Favus hervorruft, beides Pilze, welche die behaarten Körperstellen aufsuchen, wenngleich letzterer auch auf den unbehaarten vorkommt. Oidium albicans, der Soorpilz, lebt auf Schleimhäuten, namentlich im Munde und ruft den bei Kindern nicht seltenen Soor oder Schwämmchen hervor. Doch sind sowohl die Zahl der Arten, welche auf und in Tieren schmarotzen, als auch die Zahl der durch sie hervorgerufenen Krankheitsfälle nicht bedeutend.

Die Zahl der Pilzarten, die auf Pflanzen parasitisch leben, ist eine außerordentlich große und fast auf alle Gruppen verteilt. Es mögen hier nur einige der interessanteren Parasiten erwähnt werden. Dahin gehören auch die Rostpilze oder Uredineen, die in mehreren hundert Arten auch bei uns auf den verschiedensten Blütenpflanzen vorkommen. So große Ähnlichkeit aber auch zwischen den zahlreichen Arten vorhanden ist und ihre Vereinigung in eine einzige Gruppe bedingt, ebenso große Verschiedenheiten sind auch innerhalb der Gruppe hinsichtlich der Entwickelung und der biologischen Verhältnisse zu finden. Es gibt nämlich nicht wenige Rostpilze, die ihren ganzen Entwickelungsgang regelmäßig auf zwei ganz verschiedenen Wirtspflanzen durchmachen; man nennt sie heterözische oder wirtwechselnde Arten. Dabei tritt die merkwürdige Erscheinung zutage, daß beide Wirte immer zu ganz verschiedenen, weit voneinander getrennten Pflanzenfamilien gehören, was um so auffallender ist, als gerade die Rostpilze meist ziemlich streng auf bestimmte Arten der Wirtspflanzen beschränkt sind. Mit dem Wirtswechsel fällt dann auch ein Wechsel der Fruchtform zusammen; denn auch in dieser Hinsicht gehören die Rostpilze zu den interessanten Pflanzengestalten, daß sie zumeist mehrere, in bestimmter Reihenfolge auftretende Sporenformen bilden. Wenn bei einem Rostpilz alle Sporenformen vorkommen, so werden im Herbst die überwinternden Teleutosporen gebildet, aus denen sich im Frühjahr die Basidie mit den Basidiosporen entwickelt. Die Basidiosporen infizieren die Wirtspflanze, auf der sich zunächst die Äcidiosporen bilden; handelt es sich um einen wirtwechselnden Rostpilz, so keimen die Äcidiosporen nicht auf der bisherigen Wirtspflanze, sondern auf einer andern, entwickeln zuerst Uredosporen und am Schlusse der Vegetationsperiode wieder die überwinternden Teleutosporen. Handelt es sich dagegen um einen nicht wirtwechselnden oder

autözischen Rostpilz, so vollzieht sich die Entwickelung sämtlicher Sporenformen auf ein und derselben Wirtspflanze.

Ein bekanntes und der Beobachtung leicht zugängliches Beispiel für einen wirtwechselnden Rostpilz ist der gewöhnliche Getreiderost, Puccinia graminis. Er lebt in seiner Äcidiengeneration auf dem Sauerdorn (Berberis vulgaris), in seiner Uredo- und Teleutosporenfruchtform auf verschiedenen Gräsern, namentlich Getreidearten. Der Entwickelungsgang des Pilzes ist im allgemeinen folgender: Die zuletzt auf Getreide entstandenen Teleutosporen überwintern, keimen im Frühjahr aus, indem sich aus jeder der beiden Sporenzellen ein fünfzelliger Schlauch entwickelt, der an den vier oberen Zellen je eine Basidiospore entwickelt. Die Sporen werden vom Wind auf die Blätter der Berberitze getragen, keimen hier aus und dringen mit ihren feinen Keimfäden in das Blattgewebe ein. Nach einiger Zeit bilden sich auf den Blättern orangerote Flecke, die allmählich immer schärfer hervortreten, anschwellen und sich zu den auf der Blattunterseite befindlichen Äcidien entwickeln, d. h. zu Fruchtkörpern von becherförmiger Gestalt und geringer Größe, in denen besondere Fortpflanzungszellen, die kleinen einzelligen, kugeligen, orangeroten Äcidiosporen entstehen. Dieselben werden vom Wind auf die jungen Blätter und Halme der Getreide getragen, keimen dort aus und rufen den sogenannten Getreiderost hervor, Pilzwucherungen, die sich im Gewebe der Gräser ausbreiten und an der Oberfläche zunächst in rostgelben Häufchen Uredosporen bilden. Diese Uredosporen keimen, wenn sie auf als Wirtspflanzen geeignete Gräser kommen, sofort wieder aus und entwickeln neue Pilzwucherungen; sie sind es, denen hauptsächlich die rasche Verbreitung der Rostkrankheit unter dem Getreide zur Last fällt. Später, gegen Ende der Vegetationszeit, entwickeln sich an denselben Stellen statt der Uredosporen die dunkel gefärbten Teleutosporen, welche dazu berufen sind, eine Ruhezeit durchzumachen und erst im Frühjahr zu keimen. Fehlt in diesem Entwickelungsgange irgend ein Glied, so kann der Pilz nicht weiter gedeihen, da er auf bestimmte Pflanzen angewiesen ist. So können die im Frühjahr keimenden Teleutosporen nur dann zu neuen Rostkrankheiten des Getreides Veranlassung geben, wenn die von ihnen abgeschnürten Basidiosporen auf Berberitzenblätter gelangen. Nur auf diesen keimen sie aus und entwickeln die Äcidien, während die Äcidiosporen wiederum nur auf Getreide auszukeimen vermögen. Wo daher in getreidebauenden Gegenden die Berberitzensträucher vollkommen entfernt sind, kann wenigstens die

häufigste Form der Rostkrankheit unter dem Getreide nicht auftreten.

Ähnliche eigentümliche Erscheinungen des Parasitismus sind durchaus nicht selten; so tritt z. B. Gymnosporangium Sabinae in der Teleutosporenform nur auf Juniperus Sabina, dem Sadebaum, auf, während seine Äcidien auf Blättern und Früchten des Birnbaums zur Entwickelung kommen und hier den gefürchteten und sehr schädlichen Gitterrost hervorrufen. Von den meisten Uredineen kennt man jetzt die Entwickelungsgeschichte genau und weiß, auf welchen Pflanzen die Äcidien, auf welchen die Teleutosporen auftreten. Bei einem kleineren Teil der Arten dagegen ist bisher nur die eine oder die andere Fruchtform bekannt, d. h. man weiß noch nicht, welche Fruchtformen zusammengehören. Das kann nur experimentell festgestellt werden, indem man die Äcidiosporen auf verschiedene Pflanzen aussät und dann beobachtet, auf welcher sie keimen und Teleutosporen resp. Uredosporen entwickeln. Diese Experimente sind natürlich sehr zeitraubend und schwierig, da man im allgemeinen nur auf Vermutungen angewiesen ist, daß eine Äcidiosporenform mit dieser oder jener Teleutosporenform zusammenhängen könnte.

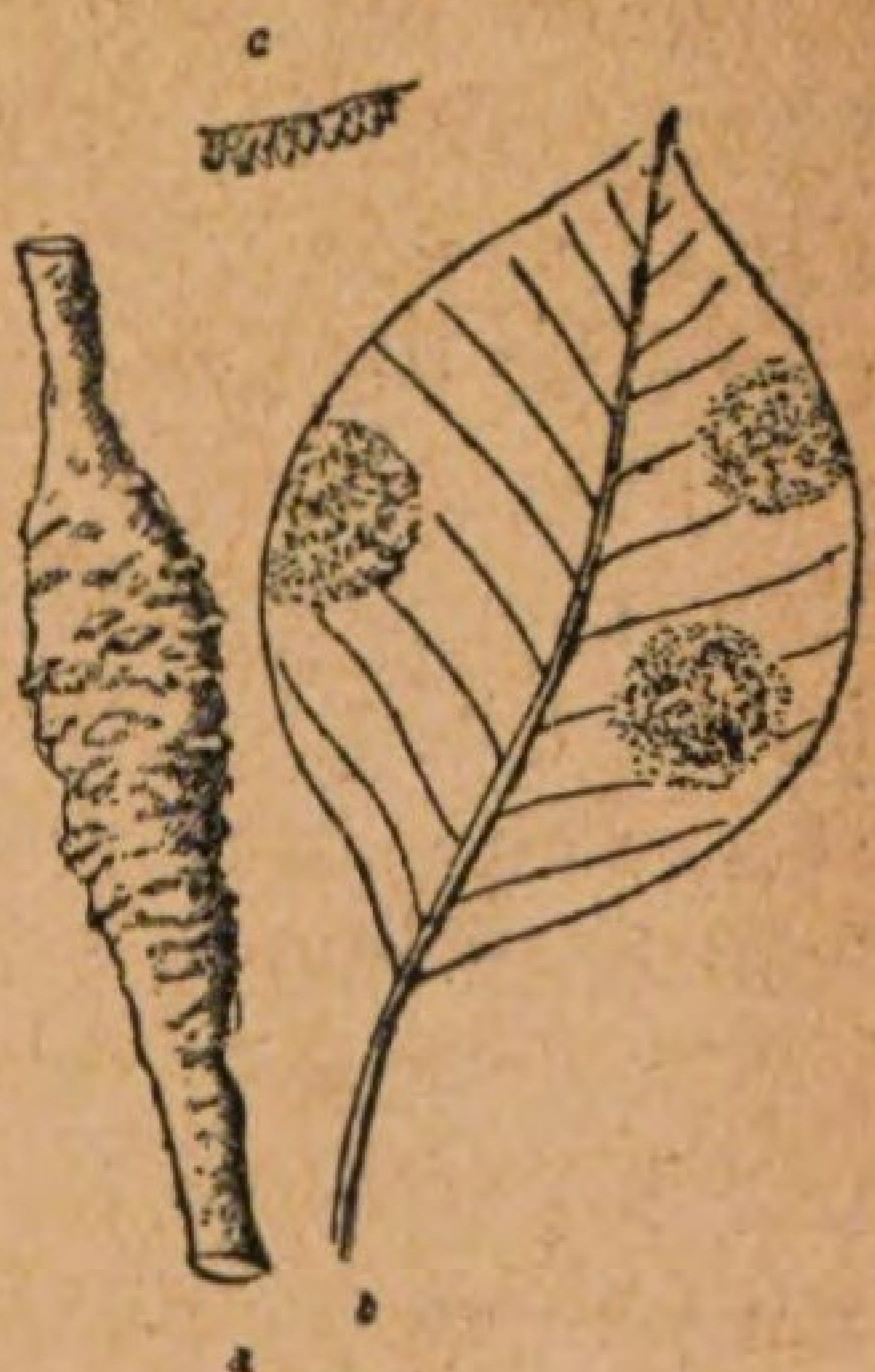

Fig. 27. Gymnosporangium Sabinae.

Innerhalb der Uredineengruppe ist aber der Entwickelungsgang nicht immer ein so komplizierter, wie bei dem Getreiderost; zuweilen findet sich nur eine Fruchtform, die Teleutosporen, die dann auch, wie bei Puccinia Malvacearum, auf ein und derselben Pflanze ihren Entwickelungsgang abschließen. Bei noch andern Arten kommen sogar Äcidien, Uredosporen und Teleutosporen auf ein und derselben Wirtspflanze vor.

Während viele Pilze, wie Gymnosporangium Sabinae auf ganz bestimmte Pflanzenarten angewiesen sind, gibt es andere, die durchaus nicht so wählerisch sind und sehr verschiedene Pflanzen befallen können, wenn auch einzelne Arten bevorzugt werden. So kommt eine Peronosporee, Albugo albicans (Cystopus candidus), auf allen möglichen Kreuzblütlern vor, hauptsächlich aber auf dem Hirtentäschel, Capsella Bursa pastoris; ein anderer, in dieselbe Familie

gehörender Pilz, Peronospora omnivora, befällt hauptsächlich Keimlinge der verschiedensten Pflanzenarten und ist namentlich in Buchensaatkämpen gefürchtet. Monilia fructigena lebt wieder auf allerlei Früchten von Obstbäumen, aber auch auf verschiedenen Beerenarten.

Auch die saprophytischen Pilze zeigen hinsichtlich des Substrates ähnliche Verschiedenheiten. Während die verbreitetsten Schimmelarten, Penicillium, Aspergillus, Mucor, fast auf allen organischen, namentlich Stärkemehl und Zucker enthaltenden Stoffen vorkommen, sind andere auf ganz bestimmte Substrate angewiesen und vermögen auf anderen nur sehr kümmerlich oder gar nicht zu gedeihen. Dies gilt z. B. von den zahlreichen mistbewohnenden Arten, denen oft wieder eine enge Grenze gezogen ist, so daß die einen nur auf Hasenmist, die andern nur auf Kuhmist usw. vorkommen; andere wieder lieben modernde Baumstämme, noch andere ziehen feuchtes, abgefallenes Laub vor. Namentlich sind es die eigentümlichen Myxomyceten oder Schleimpilze, welche diese Stoffe bewohnen und mit ihren kriechenden Plasmodien durchsetzen.

Unter den Phanerogamen oder Blütenpflanzen finden sich nur wenige echte Saprophyten; von unsern deutschen Pflanzen sind es hauptsächlich einige Orchideen, so das Vogelnest, Neottia nidus avis, und die Korallenwurz, Corallorhiza innata, echte Humusbewohner, die nur da vorkommen, wo ihnen reichliche Mengen verwesenden Laubes zur Verfügung stehen. Sie zeichnen sich schon äußerlich durch ihre bleiche Farbe aus, da sie gar kein oder nur wenig Chlorophyll besitzen. Sie brauchen es nicht, denn sie entnehmen dem Humus, in dem sie stehen, fertig gebildete organische Nährstoffe, die sie in ihrem Gewebe nur umbilden. Sie brauchen deshalb nicht zu assimilieren, und die hierdurch überflüssig gewordenen Assimilationsorgane haben deshalb eine starke Rückbildung erfahren. Zunächst gilt dies von den Chlorophyllkörnern; die Träger des Chlorophyllfarbstoffes sind zwar noch vorhanden,

aber als fast farblose Chromoplasten ausgebildet, welche höchstens minimale Spuren von Chlorophyll enthalten. Auch die Blätter, die ja hauptsächlich der Assimilation dienen und die bei unsern andern Orchideen schön entwickelt und grün sind, sind bei den genannten Pflanzen zu unscheinbaren, bleichen Schuppen reduziert. Überall macht sich hier eine auffallende Rückbildung geltend, nur der unterirdische Stammteil, das Rhizom, ist verhältnismäßig reich entwickelt, allerdings auf Kosten der Wurzeln, die es bis zu einem gewissen Grade ersetzt. Vielleicht wirken Pilze, welche die Rhizome wie Wurzeln umgeben, bei der Ernährung dieser Pflanzen mit.

Viel zahlreicher sind die Parasiten unter den Phanerogamen, und auch der Grad des Parasitismus ist in sehr verschiedener Weise ausgebildet. Es gibt Arten, die nicht durchaus auf parasitische Lebensweise angewiesen sind, sondern sich sogar recht gut allein ernähren können; wird ihnen aber eine passende Gelegenheit geboten, so nehmen sie dieselbe gern mit und gedeihen dann in der Regel viel üppiger. Hierher gehören viele Arten aus der Familie der Skrofulariaceen, besonders aus der Gruppe der Rhinantheen (Euphrasia, Bartschia, Rhinanthus, Melampyrum, Pedicularis). Der Wachtelweizen (Melampyrum) kann unter Umständen auch saprophytisch leben, wenn keine passenden Pflanzen in der Nähe stehen, aber tote organische Stoffe vorhanden sind; er kann sich auch ganz ohne schon vorgebildete organische Stoffe behelfen, im übrigen nimmt er, wie die Arten der andern genannten Gattungen, ohne besonders wählerisch zu sein, mit allen möglichen Pflanzen vorlieb, selbst mit schwächeren Individuen derselben Art. Alle diese Arten entziehen ihren Nachbarpflanzen in der Weise Nährstoffe, daß sich ihre Wurzeln, sobald sie mit den Wurzeln anderer Pflanzen in Berührung kommen, an diese mit scheibenförmigen Saugorganen (Haustorien) anheften und in sie eindringen; ein Teil der

Nährstoffe wird dann anstatt der befallenen Pflanze den Parasiten zugeführt. Ganz ähnlich verhält sich der Bergflachs, verschiedene Arten der zu den Santalaceen gehörigen Gattung Thesium, bleichgrüne Kräuter unserer Wiesen, die schon durch ihren geringen Chlorophyllgehalt ihre Neigung zum Parasitismus bekunden. Auch die Rhinantheen weichen in ihrer Färbung etwas von derjenigen der gewöhnlichen grünen krautartigen Pflanzen ab, sie sind nicht rein grün, sondern bleicher, oder durch Vorhandensein eines meist roten oder bräunlichen Farbstoffes trüber, dunkler gefärbt. Der Chlorophyllapparat ist bei ihnen zwar noch normal entwickelt, aber doch nicht mehr in dem Umfange, wie bei anderen, nicht parasitierenden Pflanzen.

Eine unserer häufigsten und bekanntesten parasitischen Pflanzen ist die Mistel, Viscum album, ein kleiner immergrüner Strauch mit dicken, lederartigen Blättern, der namentlich im Winter an den kahlen Laubbäumen durch seine grüne Farbe auffällt, aber auch auf Nadelhölzern vorkommt. Auch bei der Mistel ist der Chlorophyllapparat noch vollkommen ausgebildet, und es ist wahrscheinlich, daß sie bei ihrem verhältnismäßig langsamen Wachstum imstande ist, ihre Kohlehydrate selbst zu bilden; vielleicht bezieht sie von ihrem Wirt nur Wasser, Nährsalze und Eiweißkörper. Dagegen ist sie, auf sich selbst angewiesen, nicht mehr imstande, sich zu entwickeln, nur auf den Ästen und Zweigen verschiedener Bäume wächst sie heran. Sie ist also bereits ein obligater Parasit, d. h. ein Organismus, der durchaus auf parasitische Lebensweise angewiesen ist und ohne seine Wirtspflanze nicht leben kann, obwohl er diese, wenn nicht in großen Mengen vorkommend, nicht besonders schädigt.

Auch die Mistel bietet uns eine Fülle biologisch interessanter Erscheinungen, besonders dadurch, daß sie zwar sehr verschiedene Wirtspflanzen bewohnt, aber bis zu einem gewissen Grade zähe an der in einer bestimmten Gegend einmal gewählten Wirtsart

festhält. Man hat deshalb und weil sich auch gewisse morphologische Unterschiede zwischen den verschiedene Holzarten bewohnenden Misteln bemerkbar machen, auch öfters verschiedene Mistelarten aufgestellt; zwingende Gründe für eine solche Trennung in verschiedene Arten sind aber nicht vorhanden. Die auf der Kiefer vorkommende Mistel ist viel schmalblättriger, als die häufigere, auf Laubhölzern schmarotzende; sie hat auch etwas mehr grünlichgelbe Früchte, sie geht ferner, soweit unsere Erfahrungen reichen, nicht auf Laubhölzer über, aber wir finden auch bei den auf verschiedenen Laubhölzern vorkommenden Misteln, daß sie an der einmal gewählten Wirtsart festhalten und nicht auf andere übergehen. In den Auenwäldern des Oberrheins sind die zahlreichen wilden Apfelbäume meist ziemlich reich mit Misteln besetzt, während die wilden Birnbäume, also systematisch sehr nahe Verwandte, vollkommen frei von diesen Schmarotzern sind. Im Park von Wilhelmsthal bei Eisenach leben die Misteln und zwar zum Teil in sehr beträchtlichen Mengen nur auf den daselbst zerstreut vorkommenden Ahornarten, während die andern zahlreich dazwischen stehenden Laubhölzer mistelfrei sind, trotzdem sie wieder in anderen Gegenden reichlich von ihnen befallen werden. Auf einem Ahornast von demselben Standort wuchsen eine breitblättrige und eine schmalblättrige Mistel unmittelbar nebeneinander, so daß also Blattform und Wirtsart nicht immer zusammen passen.

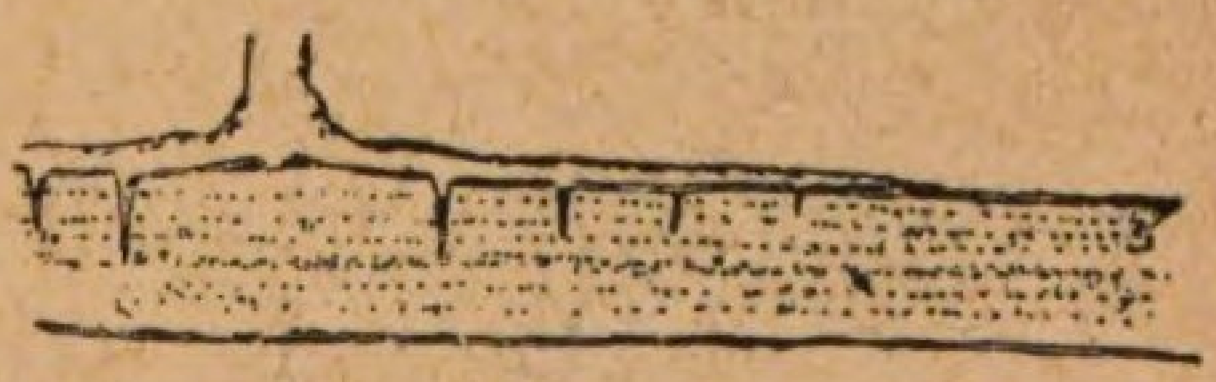

Fig. 28. Eindringende Saugwurzel der Mistel.

Für dieses merkwürdige Verhalten der Mistel hat man bisher keine sicher begründete Erklärung; man hat wohl angenommen, daß die Vögel, welche die Verbreitung der Mistelsamen übernehmen, also die Drosselarten, sich in jeder Gegend nur auf bestimmte, besonders einladende Bäume setzen und die Mistel deshalb in dieser Gegend nur auf bestimmten Bäumen verbreiten; indessen kann man diese Erklärung nur für vereinzelte Fälle akzeptieren. Vielmehr ist anzunehmen, daß sich die Mistel bei ihrer ursprünglich vielleicht sehr langsamen Verbreitung tatsächlich in jeder Gegend an diejenige Wirtspflanze angepaßt hat, auf der sie zuerst auftrat, und daß sie im Begriff ist, sich in eine Anzahl biologische Arten zu spalten, wie das in ähnlicher Weise auch bei einigen Rostpilzen der Fall ist, die sich weder morphologisch noch entwickelungsgeschichtlich, sondern nur dadurch unterscheiden, daß sie einen bestimmten

Bayerische Staatsbibliothek MÜNCHEN

Teil ihrer Entwickelung auf verschiedenen Grasarten durchmachen. Aus solchen biologischen Arten mögen sich durch Hinzutreten morphologischer Merkmale im Lauf langer Zeitperioden auch gute Arten herausbilden. Verschieden von dieser bei uns heimischen Mistel ist die in Südeuropa heimische Eichenmistel, Loranthus

Fig. 29. Teufelszwirn (Cuscuta).

europaeus, die nur auf Eichen lebt, während Viscum album, wenigstens in Deutschland, noch nicht auf Eichen gefunden worden ist.

Echte Parasiten, die ihre Wirtspflanze erheblich schädigen, sind die Arten der Gattung Cuscuta, Teufelszwirn, Seide, die namentlich Klee, Hopfen, Weizen usw. befallen. Bei ihnen ist der Assimilationsapparat vollständig reduziert; Chlo-

rophyll ist meist gar nicht mehr vorhanden, und die Blätter sind zu unscheinbaren Schuppen verkümmert. Die Stengel bilden blaßrötliche, dünne, verzweigte Fäden mit knäuelförmig gehäuften Blütenständen; wo sie die Wirtspflanze berühren, umwinden sie dieselbe und senden ihre Saugwurzeln in das Gewebe des Wirtes, den sie oft bis zur Vernichtung aussaugen. Sie sind bereits so sehr an eine ausgesprochen parasitische Lebensweise angepaßt, daß ihre Samen sich nur dann entwickeln, wenn für den Parasiten günstige Verhältnisse vorliegen, sonst aber jahrelang ohne zu keimen im Erdboden liegen können. Auch die jungen Keimlinge sind absonderlich gestaltet und von denen anderer Pflanzen vollständig verschieden, sie stellen einfache, dünne, weiße Fäden dar, ohne daß man an ihnen Keimblätter bemerken kann; das eine, dickere Ende bohrt sich in die Erde ein, während das dünnere aufwärts wächst und dabei sich in verschiedener Weise krümmt und hin und her windet. Diese Bewegungen haben den Zweck, dem Keimling zunächst eine Stütze zu verschaffen; trifft er dabei auf einen dünneren Stengel, Halm oder Blattstiel, so schlingt er sich herum und wächst nun, wenn die Stütze nicht gleichzeitig eine Wirtspflanze ist, von derselben in schräger Richtung fort. Gelingt es ihm auch hierdurch nicht bald, eine geeignete Wirtspflanze zu finden, so stellt er nach einiger Zeit sein Wachstum ein und tritt in eine Art Ruhezustand über, der mehrere Wochen andauern kann. Sehr oft wachsen dann Zweige oder Blätter der Wirtspflanze so heran, daß

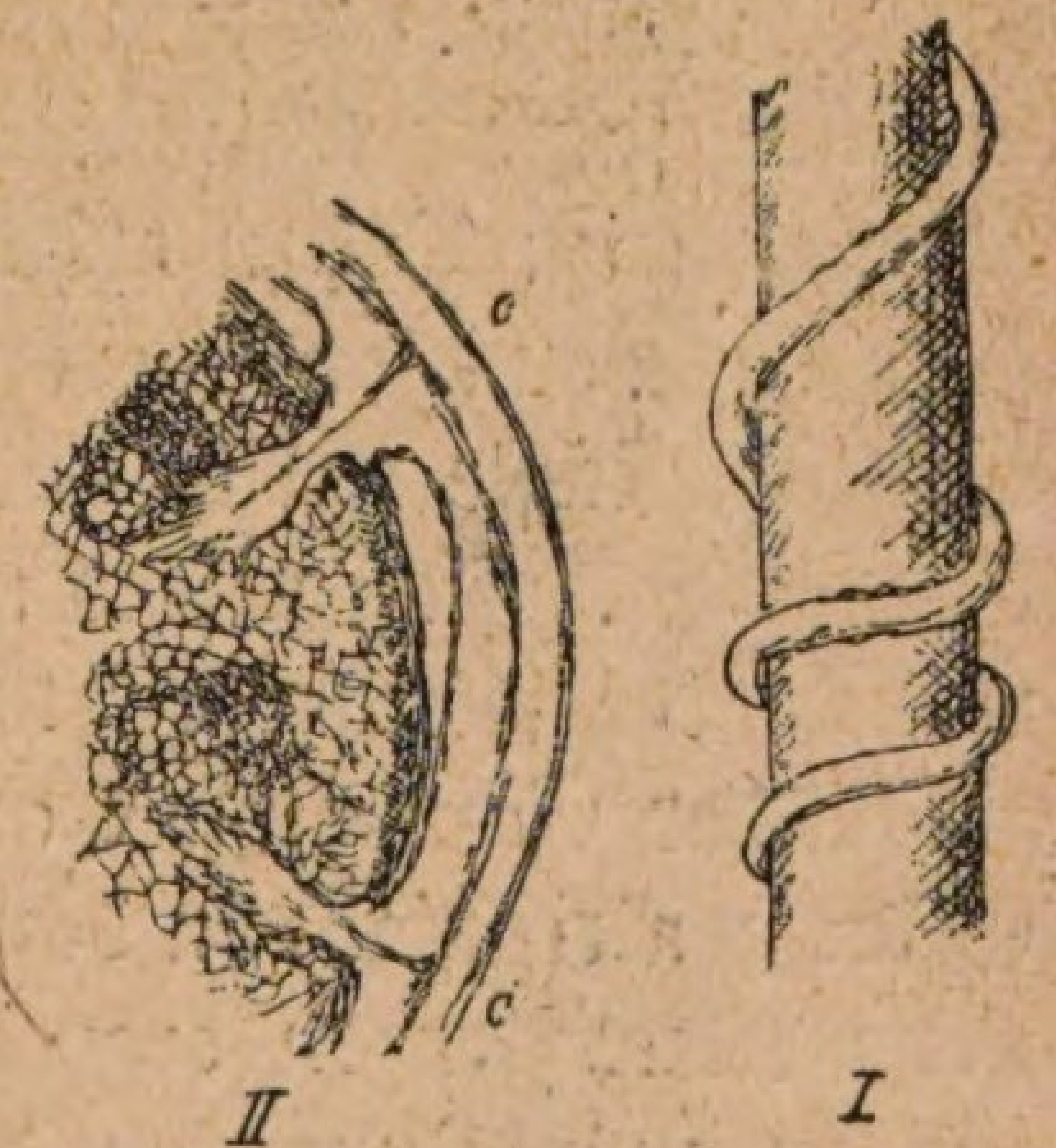

Fig. 29a. Cuscuta auf einem Weidenzweig schmarotzend. I. Stengel der Cuscuta um einen Weidenzweig sich schlingend. II. Durchschnitt durch einen Weidenzweig und Cuscuta-Stengel mit den eindringenden Haustorien.

sie den Keimling berühren, und dann gewinnt dieser plötzlich wieder Leben, windet sich um den Wirt herum und treibt seine Saugwurzeln in ihn hinein; dasselbe geschieht natürlich, wenn die erste Stütze, die der Keimling packt, schon eine Wirtspflanze ist. Gelingt ihm aber andererseits auch nach einer mehrwöchigen Ruhepause nicht, einen Wirt zu erreichen, so stirbt er schließlich ab, und dieses Schicksal wird im allgemeinen dem bei weitem größeren Teil der Keimlinge zustoßen. Merkwürdig ist es aber, wie lange Jahre hindurch sich die Keimfähigkeit der Samen verschiedener Cuscutaarten im Boden erhält; das ist namentlich bei der Kleeseide nachgewiesen worden, die auch gleichzeitigdie bekannteste und schädlichste Art ist und auf Klee und Luzerne schmarotzt. Solche Seideflecken sind in den grünen Kleefeldern als fahle, rötlichgelbe Flecken oft weithin sichtbar; sie dehnen sich mit ziemlicher Schnelligkeit aus, indem die fädigen Stengel der Seide zentrifugal von dem Herde aus fortwachsen und immer neue Kleepflanzen ergreifen und vernichten. Nur ein Abgraben und Zuwerfen der Seidenflecken mit Erde schützt, zeitig angewendet, vor namhaften Verlusten im Ertrage. Wo einmal Samen der Kleeseide in größeren Mengen in den Acker gelangt ist, dauert es meist mehrere Jahre, ehe der Boden wieder „seidefrei“ wird, weil eben die Cuscutasamen so lange Zeit ihre Keimkraft bewahren. Ebenso gefährlich wie die Kleeseide ist Cuscuta Epilinum auf Flachsfeldern, und zuweilen tritt Cuscuta major verheerend auf Hanf, Hopfen oder Weiden auf.

Eine andere Gruppe von Parasiten, die ebenfalls einigen unserer Kulturpflanzen beträchtlichen Schaden zufügen können, wird durch die Gattung Orobanche repräsentiert. Sie sind Wurzelparasiten, den Rhinantheen nahe verwandt, aber wie die Arten der Gattung Cuscuta schon obligate Parasiten, die nicht mehr für sich allein zu gedeihen vermögen. Gefürchtet

ist besonders Orobanche ramosa, der Hanfwürger, der auf Hanf und Tabak vorkommt und unter Umständen ebenfalls den Ertrag dieser Pflanzen erheblich herabsetzt. Gewöhnlich kommen beim Tabak die gelblichen, chlorophyllfreien Stengel der Orobanche erst nach der Ernte aus dem Boden hervor und entfalten ihre zierlichen, weißlichen oder zartblauen Blüten. Auch bei ihnen behält der Samen außerordentlich lange seine Keimkraft und kann jahrelang im Erdboden ruhen, bis er Gelegenheit findet, auf einer passenden Wirtspflanze sich zu entwickeln. Ebenso wie wir dies bei der Kleeseide und ihren Verwandten gefunden haben, sind die Laubblätter bei Orobanche auf das geringste Maß kleiner, mißfarbiger Schüppchen reduziert, und der Chlorophyllapparat ist bei ihnen vollständig verschwunden. Außer dieser Orobanche ramosa gibt es bei uns noch eine Anzahl Arten, die alle auf eine oder wenige Arten von Wirtspflanzen angewiesen sind, oft aber einen sehr beschränkten Verbreitungskreis besitzen. Sehr häufig ist beispielsweise um Berchtesgaden herum Orobanche Salviae auf der gelbblühenden Salbei, Salvia glutinosa.

Fig. 30. Orobanche ramosa. Zwei Pflanzen an einer Hanfstaude schmarotzend (1/2 natürlicher Größe).

Ganz eigentümliche Schmarotzer sind die außereuropäischen Rafflesiaceen, die, abgesehen von der Blüte- und Fruchtzeit, ganz

im Innern ihrer Wirtspflanzen als höchst einfache, wenig differenzierte Körper ihr Dasein verbringen. Ihre vegetativen Organe sind infolge des bis zur höchsten Stufe ausgebildeten Parasitismus auf die denkbar niederste Entwickelung herabgedrückt; sie bilden z. B. bei manchen Rafflesiaarten nur formlose Zellkomplexe, bei Pilostyles pilzmyzelartige, aufgelöste Zellreihen. Dagegen sind die Blüten oft zu außergewöhnlicher Entfaltung gelangt; Rafflesia Arnoldi, in den Sunda-Inseln heimisch, trägt die größten überhaupt bekannten Blüten, die bis 1 Meter Durchmesser besitzen und durch ihre trübpurpurne Farbe und seltsame Zeichnung eine auffallende Erscheinung von eigenartiger Pracht bilden.

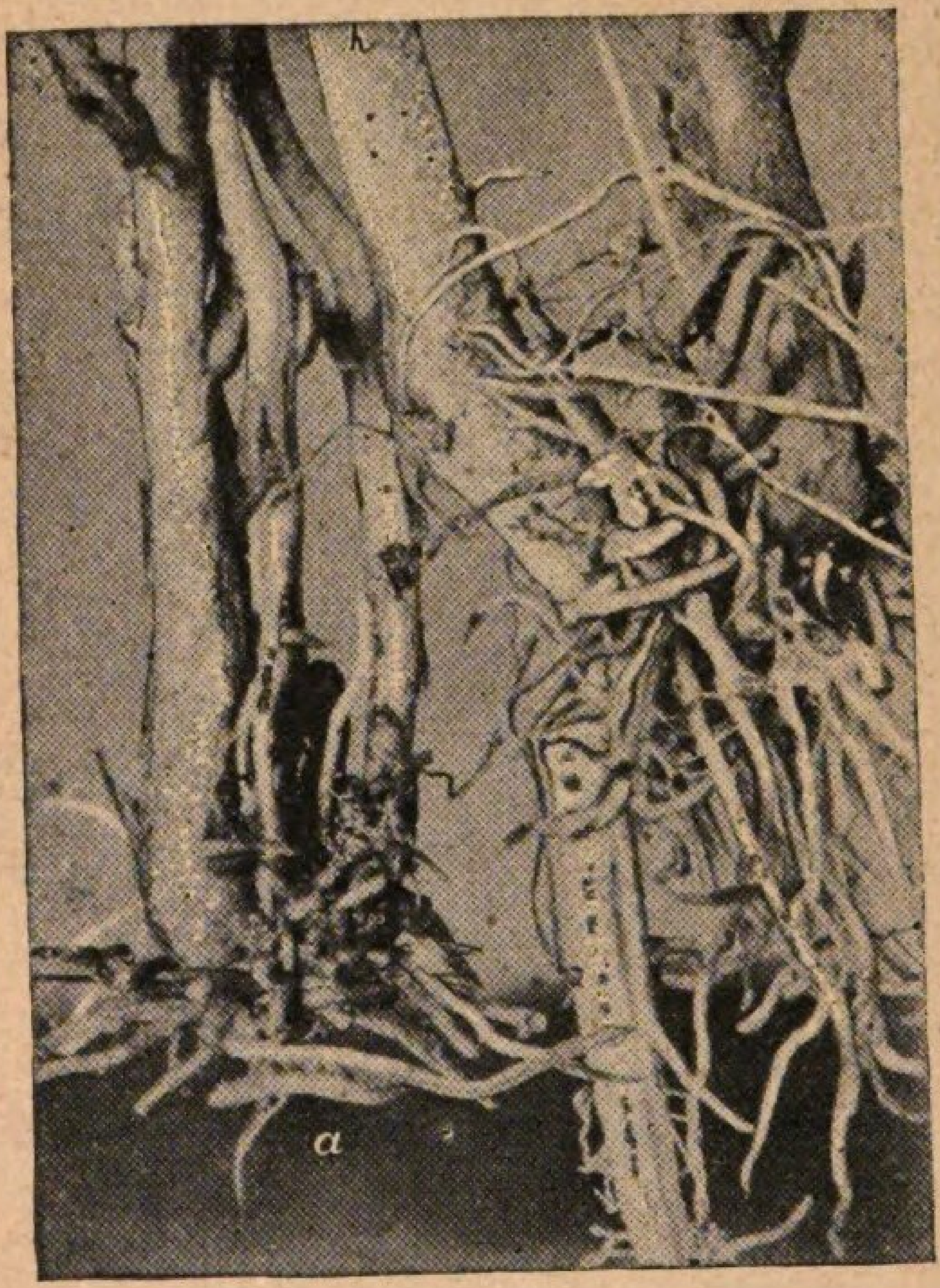

Fig. 31. Ein Teil der vorigen Figur in natürlicher Größe: bei a dringen die Saugwurzeln der Orobanche in die Wurzel der Hanfstaude h ein.

Wenn wir bei der Betrachtung einiger der interessantesten Schmarotzergruppen die Wahrnehmung gemacht haben, daß der Parasitismus eine um so größere Rückbildung gewisser Funktionen und Organe mit sich bringt, je mehr und ausgesprochener er selbst entwickelt ist, so finden wir andererseits, daß auch die von dem Parasiten befallenen Pflanzen gewissen Veränderungen und Mißbildungen unterworfen sind. Wer hat nicht schon an Pflaumenbäumen die merkwürdigen Zerrformen von Früchten beobachtet, die im Volksmunde unter dem Namen Narrentaschen bekannt sind? Sie sind Mißbildungen, die durch einen Pilz, Taphrina Pruni, hervorgerufen werden; der Kern bildet sich in ihnen nicht

aus, und auch das Fruchtfleisch verschrumpft vor der Reife und ist ungenießbar. Andere Pilze derselben Gattung geben zur Bildung der sogenannten Hexenbesen Veranlassung; das sind Wucherungen an Bäumen, die infolge massenhafter Entwickelung von dünnen, oft selbst wieder reich verästelten Zweigen an einen Reisigbesen erinnern. Solche Hexenbesen finden wir beispielsweise auf der Hainbuche, durch Taphrina Carpini veranlaßt, auch auf der Birke, auf welcher die durch Taphrina betulina hervorgerufenen Hexenbesen wie alte Amselnester aussehen. Auf unserer häufigsten Wolfsmilchart, Euphorbia Cyparissias, lebt ein perennierender Rostpilz in seiner Äcidiumform, während seine Uredo- und Teleutosporen auf verschiedenen Erbsen- und Wickenarten vorkommen, Uromyces Pisi. Die befallene Wolfsmilch treibt zwar alljährlich frische Stengel, diese kommen aber nicht zur Blüte und haben überhaupt ein so vollständig verändertes Aussehen, daß ein Unkundiger beide kaum für dieselbe Art halten würde; sie sind mit bleicheren, entfernt stehenden, kurzen und dickeren Blättern besetzt, auf deren Unterseite später die orangegelben Äcidien hervortreten. Auf dem Hirtentäschel (Capsella Bursa pastoris), einem bei uns überall an Wegrändern, Schutthaufen usw. häufigen Unkraut, lebt mit Vorliebe ein Pilz, Albugo candida, der ebenfalls allerlei Mißbildungen der Wirtspflanze hervorruft; die Zweige verbiegen sich, schwellen in ungleichmäßiger Weise an und überziehen sich mit einem

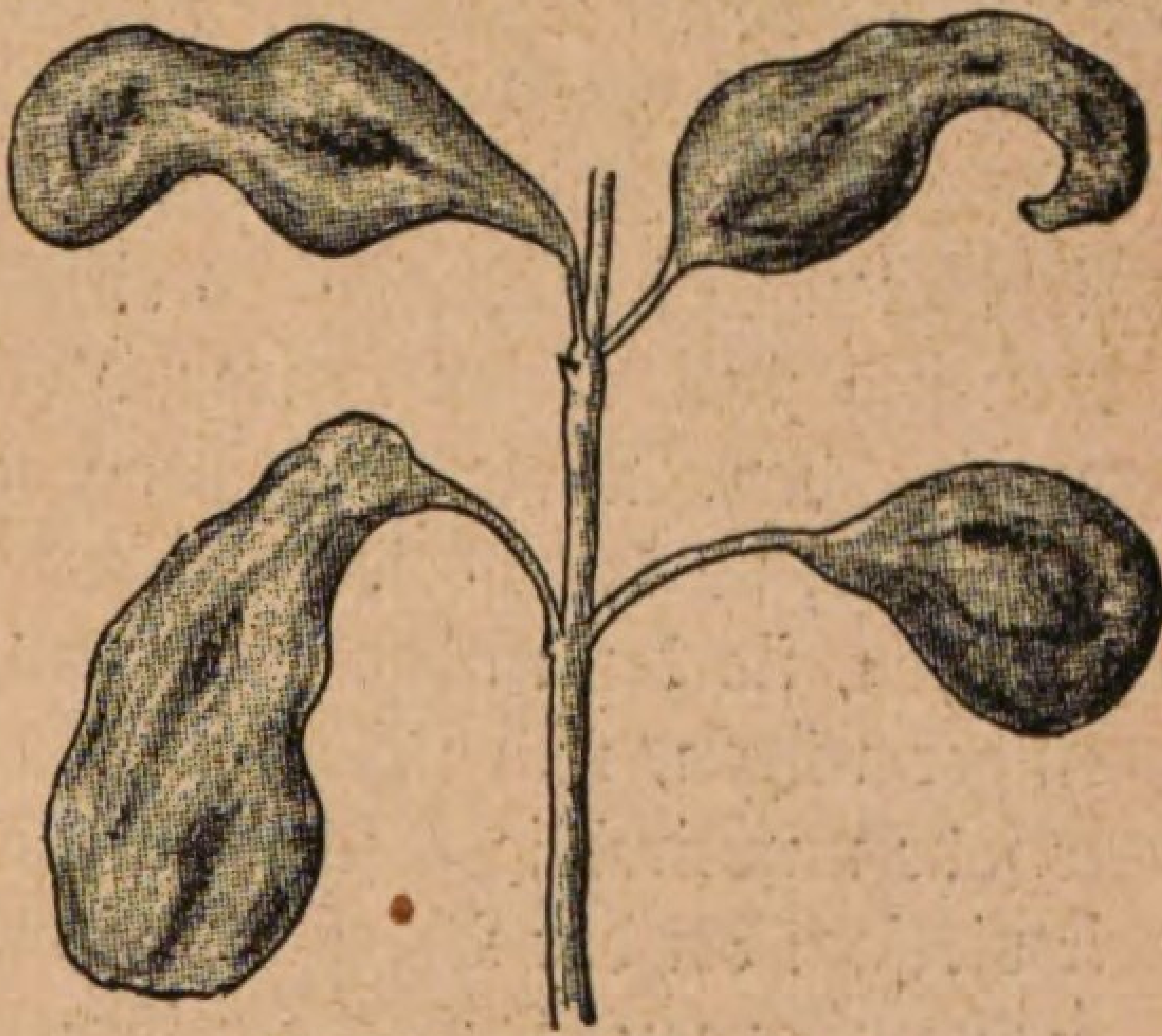

Fig. 32. Narrentaschen.

weißen, fest anhaftenden Pelz, der aus den Hyphen des Pilzes besteht und an welchem sich später die Sporen bilden. Auch andere Kreuzblütler werden von dem Pilze befallen, jedoch weit seltener; er ruft die unter dem Namen „weißer Rost" bekannte Krankheit hervor.

V. Kapitel.

Symbiose.

Zwischen dem ausgesprochenen Parasitismus, bei welchem zwei verschiedene Organismen zusammenleben, aber zum ausschließlichen Nutzen der einen und zum Schaden der anderen Art, und dem beziehungslosen Nebeneinanderleben der verschiedensten Geschöpfe gibt es eine Menge Zwischenstufen, in denen sich zwei Wesen in irgend einer Weise aneinander angepaßt haben. Diese Anpassung kann eine sehr verschiedenartige sein; sie kann beiden Teilen in gleichem Maße Vorteil gewähren, sie kann aber auch dem einen mehr, dem andern weniger nützen, und sie kann schließlich von der einen Seite nur sehr unfreiwillig geschehen Solche Erscheinungen haben wir vielfach bei der Befruchtung der Blütenpflanzen, bei den Ameisenpflanzen, Insektenfressern usw. kennen gelernt.

In einer anderen Form der gegenseitigen Beziehungen bewegen sich die Erscheinungen, welche wir nach dem Vorgange De Barys als Symbiose bezeichnen. Hier haben sich zwei verschiedene Organismen in irgend einer Weise zu gegenseitigem Nutzen verbunden, und zwar oft in einer Weise, daß sie ihre Selbständigkeit aufgegeben haben und nur noch in diesem Zusammenleben vorkommen.

Die ersten Anfänge einer solchen Symbiose sind vielleicht in dem geselligen Vorkommen von Pflanzen zu suchen, die, jede für sich, unter gegebenen Verhältnissen zwar ihr Leben zu fristen vermochten, aber dennoch weit besser gediehen, wenn sie mit der andern Art zusammenwuchsen, indem die eine Art

die Bedingungen für die Existenz der anderen verbessert. Ja, zuweilen ist die Existenz der einen Art geradezu von dem Vorhandensein der anderen abhängig und kann erst infolge der Tätigkeit derselben selbst sich äußern. Es gibt eine Gruppe von Bakterien, welche man mit einem nicht ganz richtig gebildeten Wort als Anaeroben[1]) bezeichnet; sie sind dadurch ausgezeichnet, daß sie nur bei Abwesenheit von Sauerstoff zu gedeihen vermögen. Da nun aber atmosphärische Luft mit einem verhältnismäßig hohen Prozentsatz von Sauerstoff in allen flüssigen, organische Substanzen enthaltenden Stoffen, die als Nährsubstrate für Bakterien dienen können, gelöst zu sein pflegt, so würden diesen Organismen die Existenzbedingungen niemals gegeben sein, wenn nicht andere Organismen, infolge ihres hohen Sauerstoffbedürfnisses, diese Bedingungen schaffen würden. Die anaeroben Bakterien verbrauchen nämlich verhältnismäßig rasch den in einer Flüssigkeit gelösten Sauerstoff, machen sie sauerstoffrei und schaffen so die Möglichkeit für die Existenz der anaeroben Arten. Eine solche Beziehung zwischen zwei Organismen, bei welchen die Existenz der einen Art erst durch die Lebenstätigkeit der anderen ermöglicht wird, ohne daß beide körperlich irgendwie verbunden wären, hat man als *Metabiose* bezeichnet.

Eine ganz ausgesprochene Symbiose finden wir dagegen bei den Flechten, die man lange Zeit als einheitliche Organismen angesehen und mit den Pilzen und Algen zur Gruppe der Thallophyten vereinigt hatte. Nun hat sich aber, und zwar erst in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts, herausgestellt, daß die Flechten aus einer eigentümlichen Vereinigung von Pilzen und Algen bestehen, also durchaus keine diesen gleichwertige Pflanzengruppe bilden.

---

[1]) Richtiger wäre Anaerobionten; da sich aber die Worte aerob und anaerob in der deutschen Sprache eingebürgert haben, so mögen sie auch ruhig in dieser Form gebraucht werden.

Es war zwar schon lange bekannt, daß der Flechtenthallus aus zweierlei ganz verschiedenen Elementen besteht, aus pilzmyzelartigen, farblosen Schläuchen und aus grünen, algenähnlichen Zellen, und daß sie in der Fruktifikation den Pilzen, hauptsächlich den Askomyceten, sehr ähnlich sind. Aber niemand hatte daran gedacht, daß es sich dabei wirklich um Pilze und Algen handeln könnte, die zu gegenseitigem Nutzen sich eng verbunden und äußerlich wenigstens eine ganz neue und eigenartige Pflanzenform gebildet haben. Nun hat sich aber, besonders durch die Untersuchungen von Bornet und Schwendener, herausgestellt, daß die grünen, als Flechtengonidien bezeichneten Elemente der Flechten wirkliche Algen und die farblosen, pilzmyzelartigen Teile wirklich Pilze sind, die sich sogar gesondert züchten lassen. Indessen ist diese Anpassung in der Natur so weit gediehen, daß beide einen Flechtenthallus bildende Organismen in der Natur wahrscheinlich gar nicht mehr für sich vorkommen. Die dabei in Betracht kommenden Pilze gehören zum weitaus größten Teil den Askomyceten an, nur wenige Flechtenpilze sind Basidiomyceten, und man unterscheidet danach Basidiolichenes und Ascolichenes. Ebenso sind die Flechtengonidien meist Algen aus der Gruppe der Cyanophyceen, nicht wenige gehören jedoch auch den Chlorophyceen an.

Der gegenseitige Nutzen, den sich die beiden Pflanzen bringen, beruht darin, daß die Pilze von den assimilierenden Algen fertig gebildete organische Substanz, insbesondere Eiweißkörper und Kohlehydrate beziehen, während sie dafür Wasser und anorganische Salze zuführen und für den Bedarf der Algenzellen speichern. Die engen Beziehungen zwischen beiden Organismen finden ihren Ausdruck darin, daß der Pilz die Algenzellen vollständig mit feinem Hyphengeflecht umspinnt und sich eng an sie anlegt, ohne jedoch in sie einzudringen und sie zu schädigen. (Vergl. Fig. 33.)

Das Produkt dieser Symbiose zwischen Pilzen und Algen — die Flechten sind nun von beiden Organismen vollkommen verschieden und besitzen einen ganz eigenartigen Habitus; sie sind auch hinsichtlich ihrer Lebensbedürfnisse von beiden sehr verschieden. Während sowohl Pilze wie Algen im allgemeinen auf verhältnismäßig viel Feuchtigkeit angewiesen sind, die Algen sogar zum weitaus größten Teil im Wasser leben, bewohnen die Flechten gerade meist trockene Orte, hauptsächlich Rinde, Steine, Felsen, die dem austrocknenden Luftzuge in hervorragender Weise ausgesetzt sind; sie lieben luftige, helle Orte und setzen dann dem heißesten Sonnenbrand eine unüberwindliche Widerstandskraft entgegen. So haben sich durch die enge Verbindung zweier Organismen ganz neue Eigenschaften entwickelt, die gesondert keinem von beiden Teilen zukommen.

Fig. 33. Zellen aus einem Flechtenthallus (von Xanthoria parietina): drei Algenzellen von Pilzhyphen umsponnen.

Die Algen sind auch noch bei verschiedenen anderen Formen der Symbiose beteiligt, wobei man allerdings nicht immer sagen kann, ob es sich um echte Symbiose, d. h. ein Verhältnis, in welchem beide Teile Nutzen davontragen, oder nur um Raumparasitismus handelt, wobei ein Organismus sich in einem anderen ansiedelt, ohne jedoch dabei seinen Wirt zu schädigen. Ein solcher Fall scheint z. B. bei Anabaena Azollae vorzuliegen, einer zu den Nostocaceen gehörigen Spaltalge, die in gewissen höhlenförmigen Blatteilen des Wasserfarns Azolla caroliniana mit großer Regelmäßigkeit vorkommt. Die Blätter von Azolla bestehen aus einem oberen, schwimmenden und einem unteren, im Wasser untergetauchten Teil; in dem oberen befindet sich eine enge Höhlung, die einen sehr schmalen Ausführungsgang nach außen besitzt. Diese Höhlungen werden stets von einer kleinen, blaugrünen Alge, die in perlschnurförmigen Ketten angeordnete runde Zellen besitzt, bewohnt. Gegenseitige Beziehungen zwischen Alge und Wasserfarn lassen sich nicht nachweisen, wahrscheinlich findet die Alge nur in den Höhlungen gesicherte Unterkunftsräume, kommt aber auch außerhalb der Azolla vor. Ebenso kommen blaugrüne Algen in ähnlich gebildeten Blatthöhlungen verschiedener Lebermoose vor.

Merkwürdiger ist das Auftreten blaugrüner Algen im Gewebe höherer Pflanzen. So findet sich Nostoc Gunnerae ganz regelmäßig im Stammgewebe von Gunnera scabra, Anabaena Cycadearum in den Intercellularräumen der Rinde von Cykadeen (Fig. 34). Inwieweit hier symbiotische Beziehungen zwischen den höheren Pflanzen und den Algen stattfinden, ist noch nicht ermittelt, vielleicht handelt es sich auch hier nur um Raumparasitismus. Jedenfalls ist die Annahme, daß die Algen Stickstoff aufnehmen und in gebundener Form an die Wirtspflanzen abgeben, nicht sichergestellt, im Gegenteil durch neue Untersuchungen wohl mit Bestimmtheit als unrichtig erwiesen.

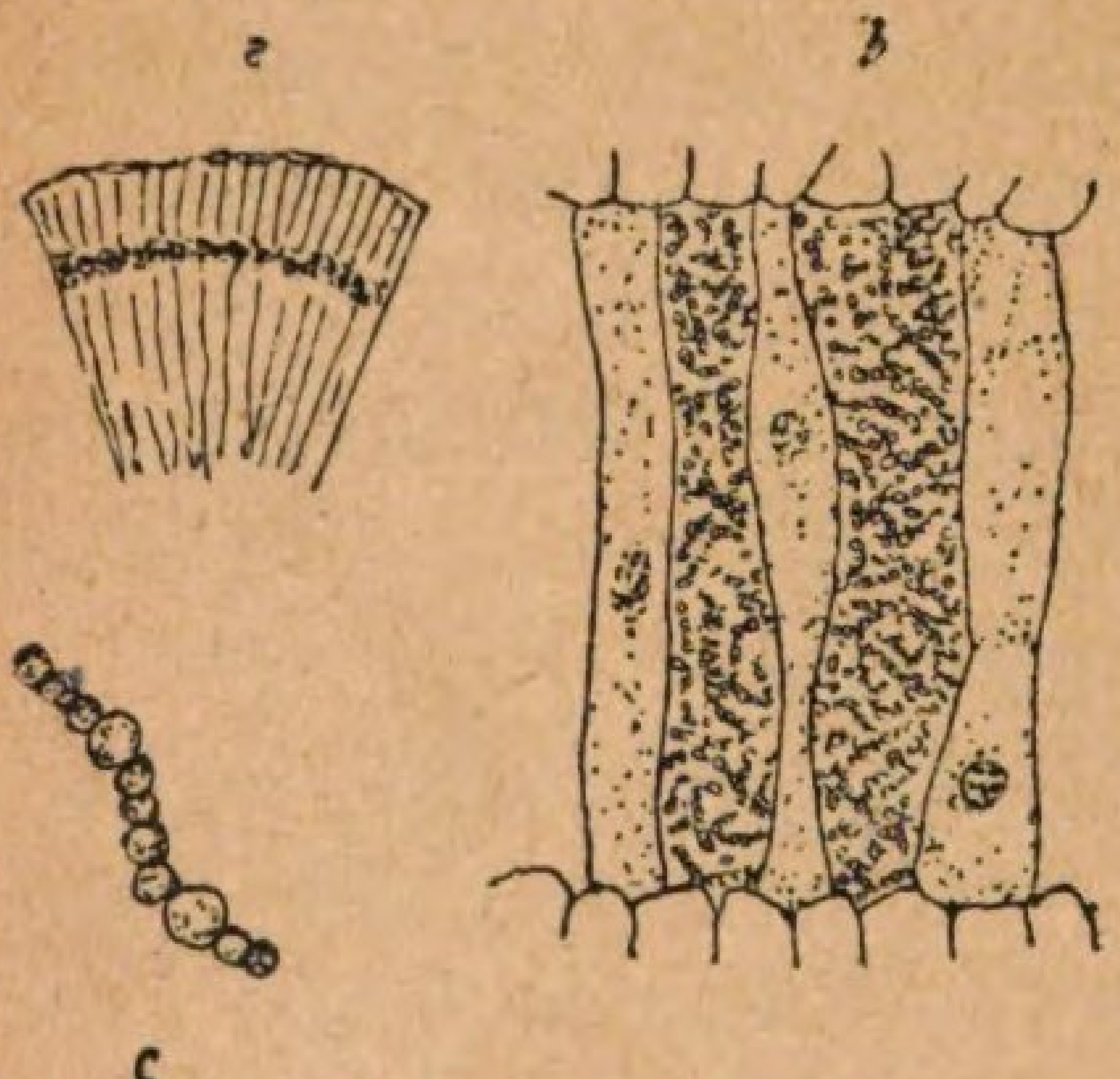

Fig. 34. Nostoc Cycadearum. a) Teil des Querschnittes einer von Nostoc bewohnten Wurzel einer Cycadee (Encephalartos); die dunkle Linie bezeichnet die nostochaltige Gewebsschicht. b) Teil des nostochaltigen Gewebes vergrößert. c) Faden von Nostoc, stark vergrößert.

Ebenso wie zu anderen Pflanzen treten die Algen auch zu niederen Tieren in symbiotische Beziehungen. Das bekannteste Beispiel hierfür ist der grüne Süßwasserpolyp, Hydra viridis. Das zierliche Tierchen erscheint intensiv chlorophyllgrün, verdankt aber diese Färbung nur der Einlagerung grüner Algen, „Zoochlorellen“, welche das Innere der schlauchförmigen Polypen in dichter Schicht auskleiden und wie Chromatophoren aussehen. Schon die Eier der Hydra umschließen Zoochlorellen, welche sich dann beim Wachstum des Tieres in gleichem Maße mitvermehren. Ähnliche Symbiosen finden sich noch häufig zwischen Algen und niederen Tieren, z. B. bei der grünen Form des Süßwasserschwammes, bei einigen Infusorien und selbst bei Würmern. Hier haben die Algen ihre Selbständigkeit sogar so weit aufgegeben, daß sie als nackte, membranlose Zellen im Körper der Tiere vorkommen.

Auch die Pilze haben noch mit anderen Organismen symbiotische Beziehungen. Bei den Kupuliferen (Eiche, Haselnuß usw.) sind z. B. die Wurzeln von einem dichten Pilzmantel umgeben, der mit seinen feinen, haarförmigen Ausläufern die Ernährung der Pflanze aus dem Boden über-

nimmt und ihr Wasser und Nährsalze zuführt, dafür aber fertig gebildete organische Stoffe erhält. Auch bei anderen Pflanzen, wenn auch nicht so regelmäßig, kommen ähnliche Pilzbildungen an den Wurzeln vor. Man nennt diese eigentümlichen Vereinigungen von Wurzel und Pilz Mykorrhizen und unterscheidet sie in ektotrophe, wenn der Pilz äußerlich die Wurzel überzieht, und endotrophe, wenn die Pilzfäden im Innern der Wurzel laufen wie bei den Orchideen. Diese endotrophen Mykorrhizen haben wohl weniger den Zweck, die Pflanze mit Wasser und Nährstoffen zu versorgen, als vielmehr in einem bestimmten Stadium, nachdem sie ihrerseits von der Pflanze längere Zeit hindurch Nährstoffe bezogen haben, von dem Gewebe der Wirtspflanze aufgelöst und als Nährstoffe verwendet zu werden.

Fig. 35. Wurzelknöllchen an Lupinenwurzeln.

Im Gegensatz zu diesen Mykorrhizen stehen die Mykodomatien, besondere, an den Wurzeln entstehende Gebilde, welche ausschließlich für die Symbiose höherer Pflanzen mit niederen bestimmt sind. Am bekanntesten sind die Wurzelknöllchen der Leguminosen, deren Bedeutung erst in den letzten Jahrzehnten richtig erkannt ist, wenn auch noch manche Einzelheiten der Aufklärung harren.

An verschiedenen Stellen der Wurzeln unserer Leguminosen, z. B. der Erbse, der Lupine usw., entstehen kleine, senfkorn- bis erbsengroße, rundliche Anschwellungen, welche dadurch zustande kommen, daß gewisse Bodenbakterien, vorläufig als Bacillus radicicola zusammengefaßt, in das Gewebe der Wurzel eindringen und hier offenbar einen Reiz ausüben, der diese Anschwellungen veranlaßt (Fig. 35). Die Bakterien vermehren sich hier zunächst ziemlich lebhaft; manche mögen dabei aus der Pflanze wieder in den Boden

gelangen, die meisten bleiben aber in den Zellen und werden unter dem Einfluß des pflanzlichen Plasmas zu eigentümlichen bakterienähnlichen, aber toten Gebilden, den Bakteroiden, die als eiweißreiche Körper schließlich von der Pflanze verbraucht werden. Die Bakterien haben nun die Eigenschaft, während ihrer lebhaften Entwickelung, den atmosphärischen Stickstoff zu binden und in Verbindungen überzuführen, die von der Pflanze verarbeitet werden können. Hierdurch wird die Stickstoffzunahme in mit Leguminosen bebautem Boden erklärt.

VI. Kapitel.

Insektenfressende Pflanzen.

Eine unendliche Mannigfaltigkeit der Wechselbeziehungen herrscht zwischen den verschiedenen Geschöpfen der Erde; sie sind alle aufeinander angewiesen. und sehr oft würde eine Art verschwinden, wenn man eine andere, oft einer ganz anderen Klasse von Wesen angehörende, von ihr fernhielte. Am auffälligsten sind diese Wechselbeziehungen zwischen Pflanzen und Insekten; daß die letzteren die Befruchtung vieler Blütenpflanzen vermitteln, indem sie dafür Nahrung erhalten, ist in einem früheren Abschnitt schon erwähnt worden. Daß manche die von ihnen bewohnten Pflanzen nach Kräften beschützen und dafür Kost und Logis erhalten, finden wir bei den Ameisenpflanzen. Aber auch einseitig ist sehr oft das Interesse, welches die eine Gruppe von Geschöpfen an der anderen hat; meist sind es die Insekten, welche ihre Nahrung aus dem Pflanzenreich beziehen, ohne irgend welche Gegenleistung, in einigen Fällen — abgesehen von Parasiten — müssen aber auch die Insekten ohne Gegenleistung den Pflanzen als Nahrung dienen.

Diese unter dem gemeinsamen Namen der insektenfressenden Pflanzen zusammengefaßten Arten gehören sehr verschiedenen Familien an; ihre Zahl ist beschränkt, doch ist dafür

die Verschiedenheit in den Einrichtungen zum Fange der Insekten um so größer.

Die ersten Anfänge zum Insektenfang findet man bereits bei einigen tropischen Lebermoosen (besonders der Gattungen Pleurozia und Colurolejeunia). Hier sind die Blättchen teilweise zu sackartigen Fangvorrichtungen umgewandelt, deren Innenraum durch eine nur von außen zu öffnende Klappe verschlossen ist. Dringen Tiere ein, so können sie nicht mehr heraus und müssen im Innern der Blasen umkommen; ob sie aber auch schon von den Lebermoosen zur Nahrung verwendet werden, ist zweifelhaft.

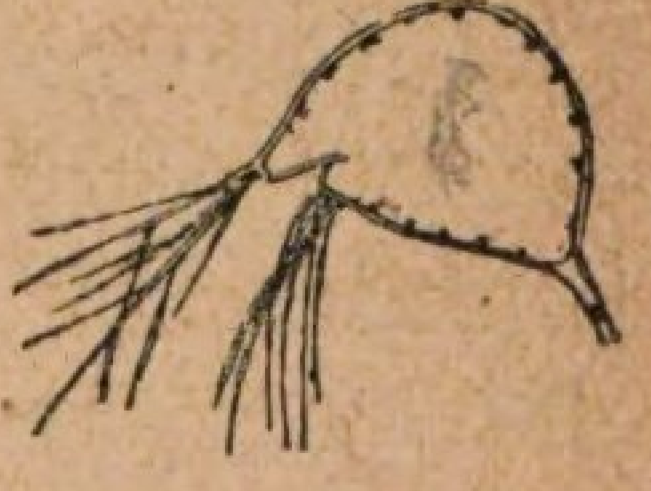

Fig. 36. Durchgeschnittene Blase von Utricularia. Zwischen den beiden Borstenreihen führt der Weg zu der Öffnung der Blase, die durch eine nach innen sich öffnende Falltüre, die obere, nach innen einspringende Wand, nur leicht verschlossen ist. Im Innern der Blase sind feine Saugzellen.

Eine andere, bei uns in mehreren Arten verbreitete Gattung insektenfressender Pflanzen ist der Wasserschlauch (Utricularia), welcher Wiesengräben, Moore und Brüche, flache Teiche und Tümpel bewohnt und, frei im Wasser umhertreibend, gerade die flachen Stellen des Gewässers, die am reichsten an kleinen Tieren zu sein pflegen, bevorzugt. Es sind zierliche Pflänzchen mit außerordentlich fein zerteilten Blättern und eigentümlichen blasigen Behältern, die je nach der Art in verschiedener Anordnung an der Pflanze stehen und als sehr praktische Fallen für kleine Tiere eingerichtet sind. (Vergl. Fig. 36 und Erklärung.) Die Blasen sind eiförmig-rundlich, dünnwandig und durchscheinend von trübgrüner Farbe, etwas zusammengedrückt mit stärker entwickelter, oft hoch gewölbter Rückenseite. An dem Ende der Unterseite befinden sich eine Anzahl steifer Borsten, welche wie Barthaare um die enge Mundöffnung stehen, durch welche der Eingang in das Innere der Blase führt. Dieser Eingang ist aber durch eine nach innen zu sich öffnende Klappe verschlossen, welche

zwar dem leisesten Druck von außen sofort nachgibt und kleine Tiere hineinläßt, bei einem Druck von innen jedoch sich fest vor die Öffnung legt und so die Tiere gefangen hält. Die Tierchen, wozu besonders die kleinen Flohkrebse, junge Mückenlarven usw. gehören, suchen wohl kaum freiwillig diese gefährlichen Fangapparate auf; vielleicht suchen sie im Falle eines Angriffes Schutz in einem gesicherten Versteck, meist sind es aber die Borsten, durch welche die Tierchen in die Blase dirigiert werden, wenn sie zufällig mit ihnen in Berührung kommen. Die kleinen, sich meist stoßweise bewegenden Flohkrebse prallen an die starren Borsten der Mundöffnung an, fahren zurück und werden durch die auf der Unterseite stehenden Borsten aufgehalten; nun geraten die Tierchen in Aufregung, sie wollen sich aus dem unheimlichen Labyrinth von Stacheln befreien, überall anprallend und immer rascher sich einen Ausgang suchend. Dabei gelingt es freilich vielen, zwischen den Borsten zu entkommen oder den richtigen Weg von der Mundöffnung fort zu treffen; eine große Anzahl aber wird durch die eigentümliche Stellung der Borsten rasch nach dem Eingang hingeleitet. Schließlich prallen sie auch gegen die Schlagtüre des Mundes, dringen ein und sind gefangen. Diese Beobachtungen lassen sich leicht in einem flachen, mit Wasser gefüllten Porzellanteller machen, in welchem man ein blasentragendes Stück einer Utricularia und eine Anzahl Flohkrebse gesetzt hat.

Das Schicksal der gefangenen Tierchen ist ein langsamer, qualvoller Hungertod. Alle Anstregnungen, aus dem engen Gefängnis zu entkommen, sind vergeblich; außer dem Hunger gesellt sich wohl auch manchmal noch Mangel an Sauerstoff zu den Leiden, und nach mehreren Stunden, oft auch erst nach Tagen macht der Tod ihren vergeblichen Befreiungsversuchen ein Ende. Sie verwesen und werden allmählich völlig zersetzt; die dabei entstehenden Stoffwechselprodukte

scheinen durch besondere Zellen, die Saugzellen, welche sich auf der Innenseite der Blase finden (Fig. 36), aufgenommen und der Pflanze zugeführt zu werden.

In den Tropen gibt es Utricularien, welche an ganz besondere Verhältnisse angepaßt sind und nicht in Sümpfen leben, sondern in den mit Wasser gefüllten Blattrosetten riesiger Bromeliaccen (besonders Vriesea). Auch sie betreiben den Tierfang in gleicher Weise, denn in jenen Wasseransammlungen findet sich ebenfalls sehr bald ein reiches Leben kleiner Tiere ein. Bei diesen tropischen Utricularien findet sich noch eine andere, interessante Eigentümlichkeit. Durch das Absterben der unteren Blattrosetten der Bromeliaceen verschwinden auch die Wasseransammlungen, und die Utricularien würden zugrunde gehen. Sie senden jedoch fortwährend Ausläufer nach oben in die neu entstandenen Wasseransammlungen, und während sich oben eine neue Pflanze an dem Ausläufer entwickelt, stirbt sie in den unteren, zerfallenden Blattrosetten ab. So klettert eine Utricularia mit dem wachsenden Stamm der Bromeliaceen in die Höhe.

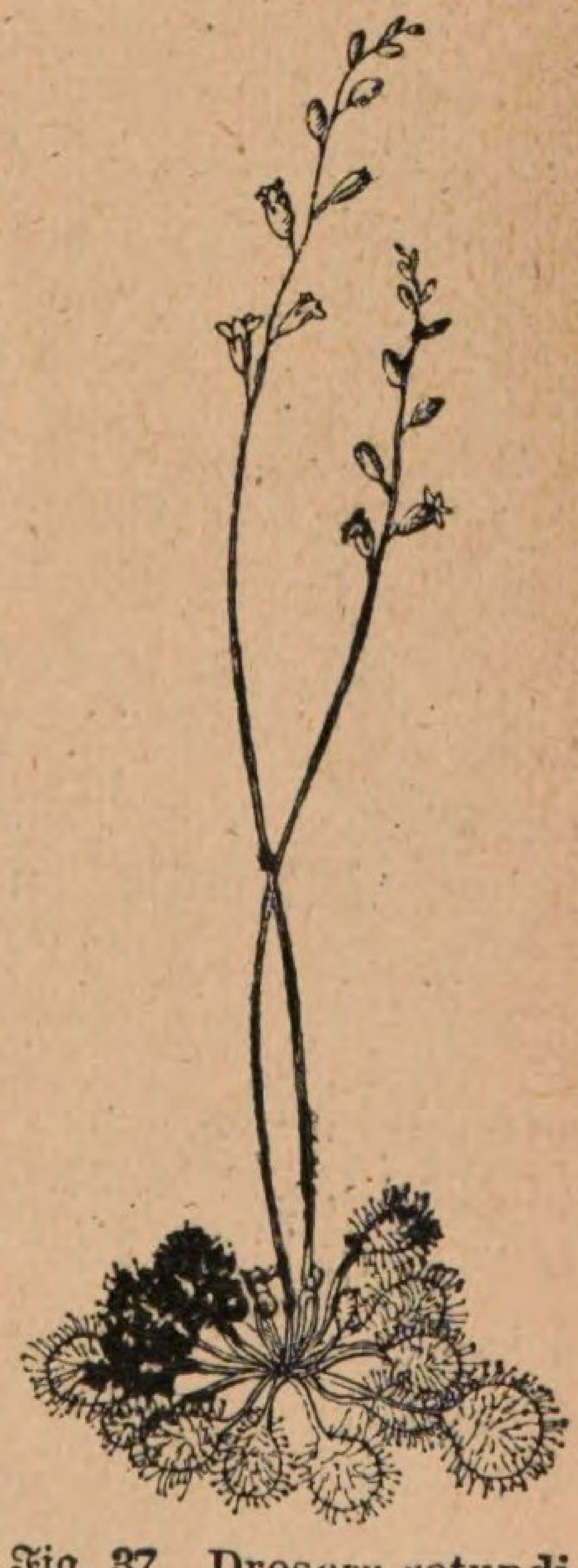

Fig. 37. Drosera rotundifolia. Sonnentau ($^2/_3$ natl. Größe).

Ebenfalls den Tropen gehören Utricularien an, welche Erd- oder Felsbewohner sind und dennoch den Insektenfang betreiben. Ihre Blasen werden dann zwischen den verwesenden Teilen von Moosen oder Farnen oder in der lockeren Erde entwickelt.

Von unseren deutschen Pflanzen ist besonders Drosera, der Sonnentau, als insektenfressende Pflanze bekannt. Der Sonnentau (Fig. 37) ist eine kleine zierliche Pflanze unserer Torfmoose mit rosettenförmig gestellten Blättern und kleinen weißen Blüten, die um einen aus der Mitte der Rosette entspringenden Blütenschaft stehen. Die Blätter sind rundlich (Drosera rotundifolia) oder länglich (Dr. longifolia, intermedia), dicht mit rötlichen Drüsenhaaren besetzt. Diese Haare tragen Köpfchen, welche eine klebrige Flüssigkeit aussondern (Fig. 38), an denen kleine Insekten leicht hängen bleiben. Die Haare sind aber auch reizbar, und ist ein solches Insekt an den Drüsen hängen geblieben, so krümmen sich die meisten anderen Haare ebenfalls nach dieser Stelle hin, so daß das Insekt bald ganz von den Köpfchen der Drüsenhaare bedeckt und festgehalten ist. Nun werden aber auch andere Stoffe ausgeschieden, Enzyme, welche die Fähigkeit besitzen, die in dem Insekt enthaltenen Eiweißstoffe zu lösen, zu peptonisieren. Die gelösten Eiweißstoffe werden dann durch besondere Organe, Saugzellen, aufgenommen und dem Körper der Droserapflanze zugeführt. Daß der Sonnentau wirklich imstande ist, die Eiweißstoffe der gefangenen Insekten zu verdauen, ist durch eine Reihe interessanter Versuche festgestellt worden, und da es sich um eine nicht gerade seltene, sondern ziemlich verbreitete Pflanze handelt, an der einige dieser Versuche ohne Schwierigkeiten angestellt werden können, so mag darüber noch folgendes mitgeteilt werden.

An ihrem natürlichen Standorte, im Torfmoos unserer Moore, erscheint das zierliche Pflänzchen unscheinbar, rötlich gefärbt, meist mit offenen Blättern, die in der Mitte kurze, am Rande lange Drüsenhaare tragen. Im hellen Sonnenschein glitzern an den Drüsenköpfchen kleine, kristallhelle Tröpfchen, welche offenbar von Insekten häufig in der Annahme aufgesucht werden, dort Honig oder Nahrung anderer Art zu finden. Aber diese Hoffnung ist trügerisch; denn sobald sich eine kleine Fliege oder Mücke auf einem Droserablatt niederläßt, oder sobald man mit einer feinen Pinzette ein

solches Insekt auf ein Blatt bringt, wird es durch den klebrigen, zähen Saft der funkelnden Tröpfchen festgehalten und kann sich trotz aller Anstrengungen nicht wieder frei machen. Gewöhnlich kommt es bei diesen vergeblichen Befreiungsversuchen auch noch mit den benachbarten Drüsenköpfchen, deren ein einziges Blatt gegen 200 besitzt, in Berührung, und auch diese geben ihren klebrigen Saft an das Insekt ab, welches davon immer mehr überzogen wird, so daß schließlich die Tracheen verstopft werden und der Erstickungstod eintritt. Kleine Insekten sind oft schon nach wenigen Minuten getötet, größere wehren sich länger und gehen erst dann zugrunde, wenn eine größere Zahl von Drüsenköpfchen ihren Klebstoff an sie abgegeben haben. Aber auch hierzu ist gewöhnlich keine lange Zeit erforderlich. Denn wenige Minuten, nachdem sich ein Insekt gefangen hat, gehen eigentümliche Veränderungen mit dem Blatt vor sich. Die hellroten Drüsenköpfchen werden dunkler und nehmen eine trübpurpurne Färbung an; gleichzeitig beginnen sich die Stielchen der Drüsenhaare zu krümmen, so daß die Köpfchen auf das Insekt zu sich neigen. Ein Haar nach dem anderen beugt sich auf das Insekt nieder und hilft dasselbe festhalten; die langen Randhaare drücken es durch ihre kräftige Bewegung allmählich nach der Mitte zu, und schließlich krümmt sich auch noch die Blattfläche nach innen, so daß das Insekt gänzlich eingehüllt ist. Dann wird statt des klebrigen Saftes eine scharfe, die Eiweißkörper lösende Flüssigkeit ausgeschieden, die später mit den gelösten Eiweißstoffen wieder aufgesaugt wird. Je nach der Größe des Insektes geht nun die Verdauung rascher oder langsamer vor sich. Spätestens nach einigen Tagen streckt sich die Blattfläche wieder gerade, die Drüsenhaare richten sich allmählich wieder auf, und zwischen ihnen sieht man als einzige Überreste von dem Insekt Stücke des Chitinpanzers, während die ganzen Weichteile verschwunden, verzehrt sind. Diese Beobachtungen lassen sich sehr leicht anstellen, da sich der Sonnentau, wenigstens eine Zeit lang, recht gut kultivieren läßt; man muß nur darauf achten, daß er mit der ganzen Unterlage von Torfmoos ausgehoben und recht feucht gehalten wird. Je heißer die Sonne auf ihn brennt, desto wohler fühlt er sich und desto rascher und energischer werden die Reizbewegungen beim Insektenfang ausgelöst.

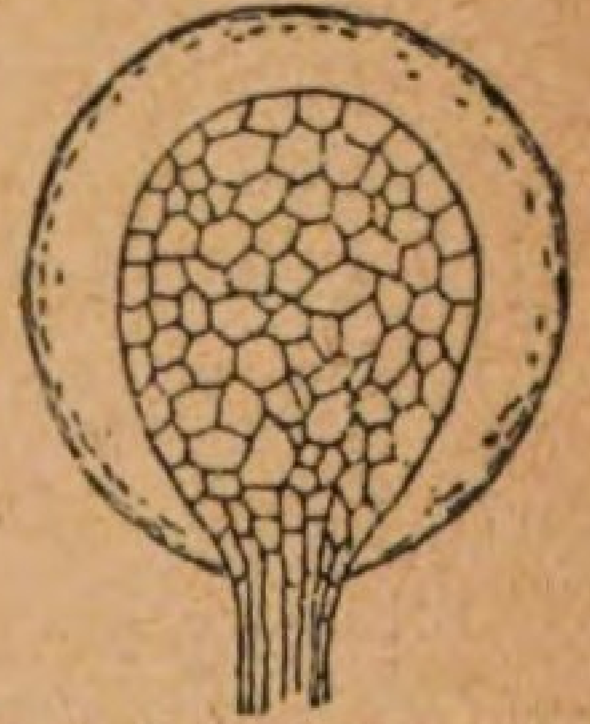
Fig. 38. Köpfchen eines Drüsenhaares von Drosera, mit ausgeschiedenem Flüssigkeitstropfen.

Eine andere, den Droseraceen angehörende Pflanze, die Aldrovanda vesiculosa, lebt, wie die Utricularien, im Wasser und betreibt den Fang von kleinen Wassertieren, hauptsächlich Flohkrebsen und Organismen von ähnlicher Größe. Die Blätter dieser zierlichen Pflanze sind quirlig gestellt und eigentümlich zu Fangapparaten umgebildet. Gewöhnlich erscheinen die Blättchen in Form von kleinen Schwimmblasen, von einem Kranz von Borsten umgeben; im warmen Wasser und im Sonnenschein öffnen sich dagegen diese blasenartigen Blättchen, und man sieht nun, daß sie aus zwei rundlichen Hälften bestehen, die von der Mittelrippe ausgehen und sich um diese, wie um ein Scharnier, bei Reizung drehen und mit ihren Rändern zusammenschlagen. Kommt ein Insekt an die Innenseite des Blattes, so klappen die beiden Blatthälften sofort zusammen und das Insekt ist in dem blasenartigen Hohlraum gefangen. Auch die Berührung mit einer Nadel genügt, um das Zusammenschlagen zu bewirken. die Blätter sind also in hohem Grade reizbar. Die gefangenen kleinen Wassertierchen gehen sehr langsam zugrunde und werden ebenfalls nach und nach verdaut, so daß nur die festeren Teile übrig bleiben.

Eine ähnliche Einrichtung zeigt die berühmte Venusfliegenfalle (Dionaea muscipula), die in den Sümpfen des südlichen Nordamerika vorkommt (Fig. 39). Die Blätter derselben stehen in Rosetten, besitzen einen blattartig verbreiterten Stiel und eine von diesem abgesetzte, rundliche Spreite; sie sind denen von Aldrovanda ähnlich, aber viel größer, am Rande mit dichten, beim Zusammenklappen ineinandergreifenden Borsten besetzt. Auf ihrer Innenfläche stehen sechs Borsten, und zwar auf jeder Hälfte der Blattspreite drei. Diese Borsten sind außerordentlich reizbar; sobald sie leicht berührt werden, schließt sich das Blatt augenblicklich in ähnlicher Weise, wie bei Aldrovanda. Auf dem grünen Blattgrunde der Innen-

seite stehen zahlreiche zierliche, rote Drüsen, welche, sobald sich ein Insekt gefangen hat, einen scharfen Saft absondern, der die Verdauung der Insekten bewirkt. Sobald das Insekt verdaut ist, wird der Saft wieder aufgesogen und die Blätter öffnen sich.

Von unseren heimischen Pflanzen ist noch das Fettkraut (Pinguicula alpina in den Alpen, P. vulgaris auch in der Ebene), in Sümpfen und Mooren heimisch, als Insektenfänger zu erwähnen. Es ist ein kleines, mit Utricularia nahe verwandtes Pflänzchen, welches aber in der Art und Weise des Insektenfanges sich den Droseraceen anschließt. Die länglichen, ganzrandigen, etwas fleischigen Blätter sind auf der Oberseite mit zahlreichen Drüsen besetzt, die ebenfalls, wie bei Drosera, einen klebrigen Saft ausscheiden, wodurch auffliegende Insekten festgehalten werden. Sobald sich irgend ein kleines Tierchen an den Drüsen gefangen hat, rollen sich die Blätter vom Rande her ein, und es wird nun von den Drüsen ein saurer Saft ausgeschieden, der die weicheren Teile der Insekten verdaut. Ebenso wie bei Drosera werden auch kleine Eiweißstückchen verdaut.

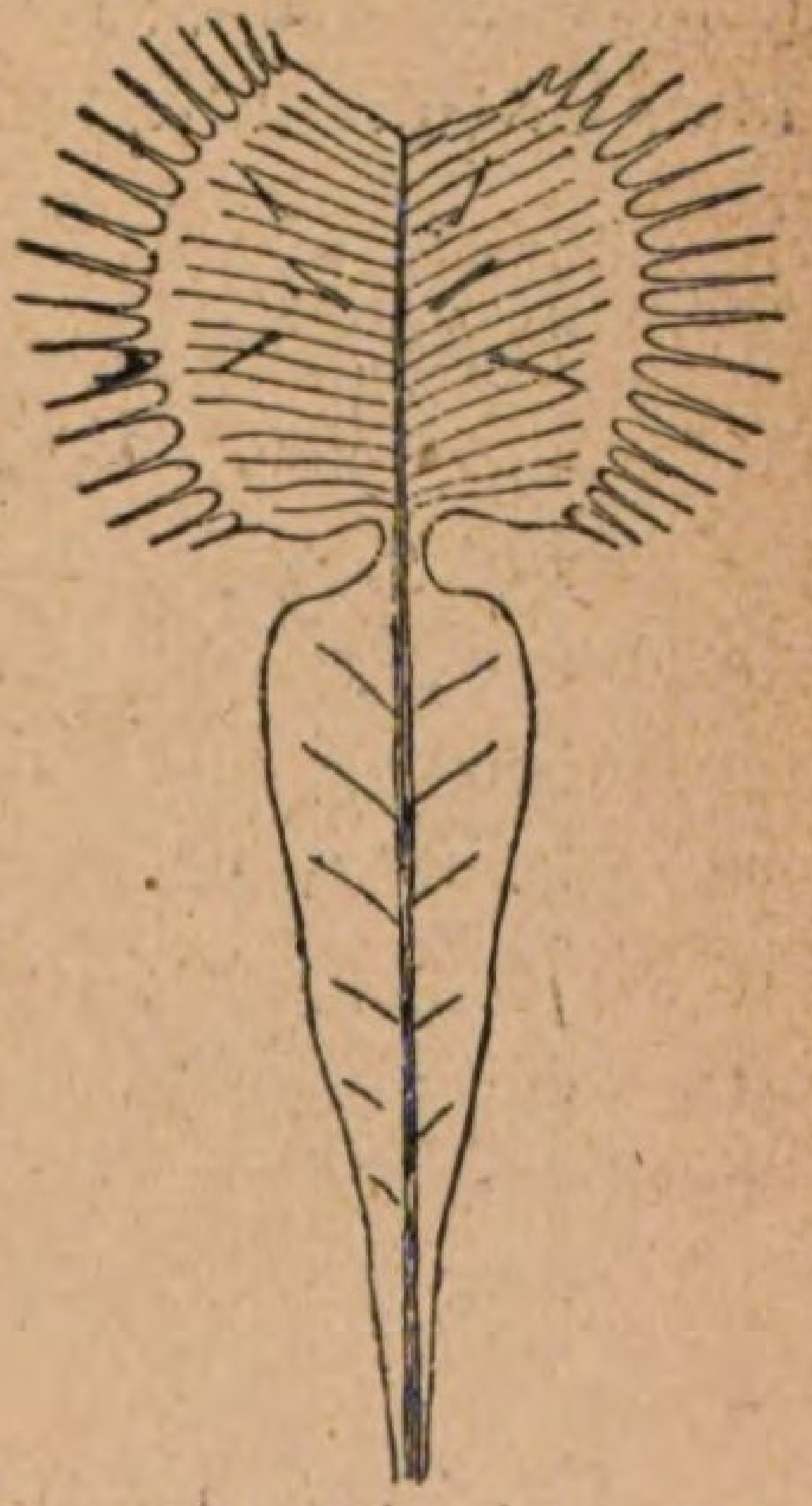
Fig. 39. Blatt von Dionaea muscipula.

Ganz anders betreiben die Angehörigen zweier ausländischer Familien, der Sarraceniaceen und Nepenthaceen, den Insektenfang. Besonders die in den Urwäldern der Tropen heimischen Arten der Gattung Nepenthes, Kannenpflanzen, besitzen höchst eigentümliche und in die Augen fallende Fangapparate. Ihre Blätter laufen am Ende in eine oft mehrere

Zentimeter lange, mit abstehendem Deckel versehene Kanne aus, an deren wulstigem Rand Honig oder eine süßschmeckende die Insekten anlockende Flüssigkeit abgeschieden wird. Dicht unter diesem Rande befindet sich aber eine infolge eines Wachsüberzuges glatte Wand, die dem Insektenfuß keinen Halt bietet, so daß darüber laufende Insekten ausgleiten und in den Krug stürzen, dessen untere Hälfte eine von Drüsen ausgeschiedene Flüssigkeit enthält. Die Drüsen scheinen aber auch noch Enzyme auszuscheiden, welche die Auflösung der in die

Fig. 40. Kannengewächse im botanischen Garten zu Karlsruhe.

Flüssigkeit gefallenen und ertrunkenen Insekten bewirken. Wahrscheinlich spielen hier, wie auch bei anderen insektenfangenden Pflanzen, Bakterien eine Rolle, indem sie sich an der Zersetzung der toten Insekten beteiligen und vielleicht überhaupt erst den Körper derselben in für die Pflanze aufnehmbare Stoffe überführen. Übrigens scheinen nicht alle Nepenthes-Arten in gleicher Weise für die Verdauung der gefangenen Insekten ausgerüstet zu sein; auch die Einrichtung der Kannen ist bei den einzelnen Arten sehr verschieden (Fig. 40).

Auch bei den Sarracenien sind es schlauchförmig gebildete Blätter, mit Flüssigkeit gefüllt, die dem Insektenfang dienen; sie sind einfacher gestaltet als die der Nepenthes-Arten, aber größer, und auch für den Fang noch wesentlich größerer Tiere geeignet. Ob aber die in der Flüssigkeit ertrunkenen und sich auflösenden Insekten bei den Sarracenien wirklich zur Ernährung der Pflanze beitragen, ist noch nicht ganz sicher.

VII. Kapitel.

Pflanzen und Ameisen.

Zu den merkwürdigsten Erscheinungen auf dem Gebiete des Pflanzenlebens gehören die eigentümlichen Beziehungen welche sich zwischen gewissen Pflanzen und Ameisen gebildet haben. Freilich sind diese Erscheinungen hauptsächlich auf die Tropen besonders der Neuen Welt beschränkt, wo die Ameisen eine ganz andere Rolle spielen als bei uns; dort sind sie nicht nur die häufigsten, sondern auch die schädlichsten Insekten und namentlich die unter dem Namen der Blattschneiderameisen (Atta) bekannten Arten können in Gärten und Pflanzungen einen außerordentlichen Schaden anrichten.

Diese Blattschneiderameisen haben es namentlich auf viele Kulturpflanzen abgesehen; sie schneiden mit ihren scharfen Zangen kleine Stücke aus den Blättern einer Pflanze aus und tragen sie in ihren Bau. Da aber Tausende von Ameisen ununterbrochen damit beschäftigt sind, Stücke von durchschnittlich der halben Größe eines silbernen 20-Pfennigstückes abzuschneiden, so kann auch eine größere Pflanze in wenig Stunden vollkommen entlaubt sein. Die Tätigkeit der Ameisen ruht aber nicht, und wenn sich in der Nähe einer Anpflanzung viele Ansiedelungen von Blattschneiderameisen befinden, so können manche Kulturen in wenig Tagen fast vollkommen vernichtet werden. So lassen sich in manchen Gegenden ein-

zelne von diesen gefährlichen Insekten besonders heimgesuchte Pflanzen, wie z. B. Rosen, gar nicht züchten.

Diese Ameisen sind zwar im großen und ganzen nicht besonders wählerisch und durchaus nicht auf bestimmte Pflanzenarten angewiesen, indessen ziehen sie doch die einen den anderen vor, und manche, stark harzige, oder grobfaserige, oder giftige Pflanzen werden von ihnen sogar gar nicht angerührt. Andere Arten werden wieder mit besonderer Vorliebe von ihnen heimgesucht, wie die Arten der Gattung Cecropia, einer in Südamerika einheimischen Pflanze. Merkwürdig ist es nun, daß diese Pflanzen (besonders Cecropia adenopus) aus derselben Tierfamilie der Ameisen eine Schutztruppe erhalten haben, die sie gegen die räuberischen Angriffe der Blattschneider verteidigt. Es ist eine Ameisenart (Azteca instabilis), die als besonders kampfslustig beschrieben wird und welche, wie es scheint, die von ihr bewohnte Pflanze hauptsächlich nur gegen die Blattschneider verteidigt.

Die Cecropia adenopus ist für den Aufenthalt von Ameisen auch sehr geeignet und scheint sich für ihre Verteidiger auch in mancher Hinsicht besonders eingerichtet zu haben. Sie liefert ihnen nicht nur besondere Unterkunftsräume, sondern auch die Nahrung, und diese letztere ist so eigentümlich, daß sie scheinbar geradezu für die Verteidiger bestimmt ist. Es bilden sich nämlich an der Basis der Blätter eigentümliche, sammetartige, braune Haarfilze, in denen kleine, kaum mohnkorngroße, eiförmige, weiße Körperchen entstehen (Fig. 41). Diese sehr eiweißreichen Körperchen sitzen ganz locker und können von den Ameisen, deren Hauptnahrung sie bilden, leicht abgenommen werden. Sie bilden sich fortwährend von neuem und liefern also den Ameisen des ganze Jahr hindurch hinreichend Nahrung. Ähnliche Gebilde findet man bei einer ganzen Anzahl sehr verschiedenen Familien angehöriger Pflanzen; sie wurden zuerst von Fritz Müller aufgefunden und

nach ihm Müllersche Körperchen genannt. Immer scheinen sie den Ameisen als Nahrung zu dienen und ihnen von den Pflanzen als Dank für die Verteidigung gegen Angriff von Räubern gespendet zu werden.

Die Wohnung, welche den schützenden Ameisen von der Cecropia geboten wird, besteht in größeren zellenförmigen Hohlräumen, welche sich in der Mitte des Stammes befinden und mit der Außenwelt durch kleine, von den Ameisen selbst hergestellte Öffnungen in Verbindung stehen. In jeder Blattachsel läuft eine rinnenförmige Vertiefung am Internodium aufwärts, welche schließlich in eine kleine Grube ausmündet. Dieser Grube entspricht eine ähnliche Vertiefung auf der Innenseite, und das dünne Gewebe ist an dieser Stelle ohne Gefäßbündel und festere Gewebselemente. Hier können die Schutzameisen also ohne besondere Anstrengung sich durcharbeiten, um zu den zelligen Wohnräumen zu gelangen; die letzteren sind selbst wieder durch kleine, von den Ameisen hergestellte Öffnungen miteinander verbunden.

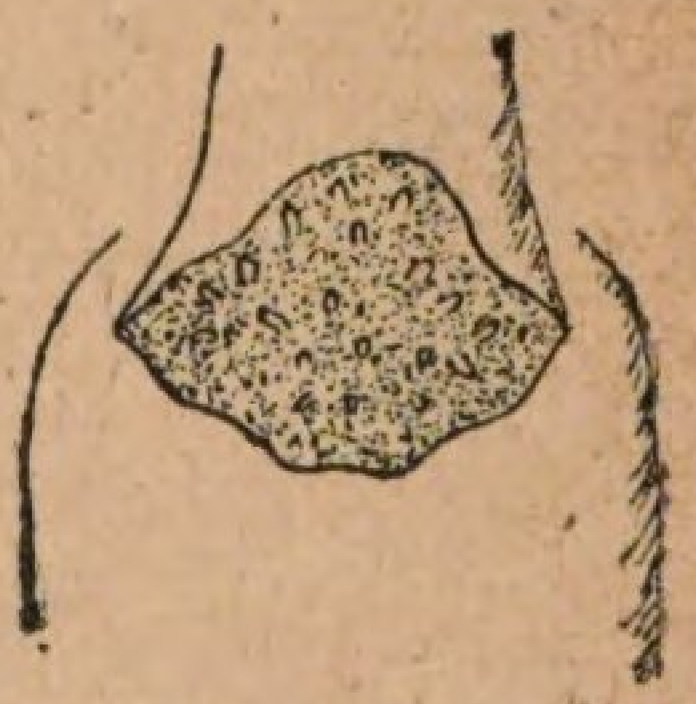

Fig. 41. Blattstielpolster von Cecropia adenopus mit Eiweißkörperchen (Müllersche Körperchen).

Pflanzen, die sich in dieser eigentümlichen Weise an das Zusammenleben mit Ameisen angepaßt haben, bezeichnet man mit dem gemeinsamen Namen der Ameisenpflanzen oder als myrmekophil. Der Grad der Anpassung ist nun allerdings ein sehr verschiedener, und es ist auch noch in sehr vielen Fällen recht zweifelhaft, ob die Einrichtungen, welche für die Ameisen oft so zweckmäßig erscheinen, wirklich Anpassungen der Pflanzen an das Zusammenleben mit Ameisen sind, oder ob die Ameisen nur von zufällig vorhandenen, ihnen besonders zusagenden Eigentümlichkeiten im Bau der Pflanzen Besitz ergriffen und sich danach eingerichtet haben, wie auch über-

haupt für manche Angaben über die hier behandelten Verhältnisse eine weitere Bestätigung noch notwendig ist. Ähnlich wie die Cecropia adenopus bieten auch manche Akazien, besonders Acacia cornigera und sphaerocephala (Fig. 42) den Schutzameisen Nahrung und Wohnung. Die Nahrung besteht in ähnlichen eiweißreichen, weißen Körnchen, welche am Ende der feinen Blättchen sitzen; die Wohnung wird von den Ameisen in den großen, hohlen Dornen aufgeschlagen, indem sie unterhalb der Spitze ein Loch in die dünne Wandung beißen und sich in dem Hohlraum niederlassen. Außerdem wird den Schutzameisen noch eine süße Flüssigkeit von der Pflanze geliefert, welche an den Blattstielen in besonderen Nektarien abgeschieden wird.

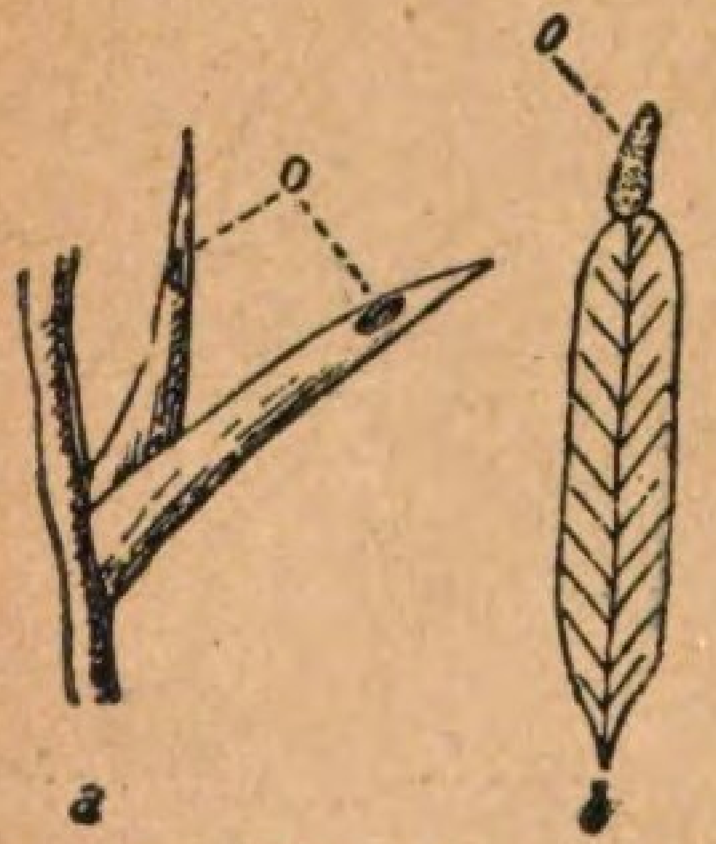

Fig. 42. **Acacia sphaerocephala. a)** Dornen mit Öffnungen o für Ameisen; b) Fiederblättchen mit einem eiweißreichen Körperchen o am Ende.

Andere Ameisenpflanzen liefern den Schutzameisen in ihren hohlen Stengeln nur die Wohnung und eine süße Flüssigkeit, welche durch besondere Nektarien abgesondert wird. Die Bildung von Nektarien außerhalb der Blüten scheint hauptsächlich auf die Anlockung von Ameisen berechnet zu sein; denn man findet sie gerade bei Ameisenpflanzen sehr verbreitet. In manchen Fällen scheinen die Ameisen nur als Schutz der Blüten zu fungieren, um ein Abbeißen oder Zerfressen derselben durch schädliche Insekten zu verhindern. In diesen Fällen befinden sich die Wohnräume, welche die Pflanze den Ameisen bietet, auch gewöhnlich dicht unter den zu schützenden Blüten.

In anderen Fällen besitzen Pflanzen zwar keine für die Schutzameisen geeigneten Unterkunftsräume, liefern dagegen ihren Verteidigern süße Säfte. Die Ameisen, welche diese Pflanzen besuchen, verteidigen sie ebenfalls hauptsächlich gegen die Blattschneider. Die Zahl der Pflanzen, bei denen sich mehr oder weniger stark ausgeprägte Myrmekophilie findet, ist bereits eine recht beträchtliche und die Form der Myrmekophilie eine recht verschiedenartige. Hier konnten nur einige der interessantesten Fälle herausgegriffen werden.

Bei uns finden wir gar nicht selten, daß hohle Bäume, namentlich Obstbäume, von Ameisen in Besitz genommen werden. Sie nützen denselben insofern, als sie den Baum von Raupen und vielen anderen schädlichen Insekten frei halten, richten jedoch dadurch, daß sie alle möglichen Gänge und Löcher in dem Holze bohren, auch einen gewissen Schaden an. Irgend welche Anpassungen zwischen Pflanzen und Ameisen sind bei uns nicht bekannt.

Die merkwürdigsten Beziehungen zwischen Pflanzen und Ameisen finden sich bei den schon besprochenen Blattschneiderameisen, welche systematisch in ihren Bauen Pilze züchten, um sie als Nahrung zu verwenden. Wie weit diese Symbiose zwischen Pilz und Ameise geht, läßt sich daraus entnehmen, daß die Ameisen, wie es scheint, ausschließlich auf diese Pilznahrung angewiesen sind und verhungern, wenn ihnen die Pilzkost entzogen wird. Andererseits hat man diesen Ameisenpilz noch nirgends anders als in den Bauten dieser Ameisen gefunden.

Fig. 43. Kohlrabihäufchen von Rozites gongylophora.

Die Blattschneider bringen die von ihnen ausgeschnittenen Blattstücke in ihre Bauten, zerkleinern sie daselbst und kneten sie zu einem eigenartigen weichen Teig, aus dem sie eine löcherige, schwammige Masse, den Pilzgarten, in ihrem Bau herstellen. Diese weiche Blattmasse wird bald von den Hyphen eines Pilzes (Rozites gongylophora Möl!.) durchwuchert, welcher eigentümliche, in kleinen Häufchen (Kohlrabihäufchen) auftretende, an den Enden kolbig oder kugelig angeschwollene Äste entwickelt (Fig. 43). Diese Kohlrabihäufchen sind, wie es scheint, die einzige Nahrung der Ameisen; sie enthalten in ihren Zellen ein eiweißreiches Plasma. Sie scheinen nur unter der Kultur der Ameisen zu entstehen und zwar dadurch, daß alle Lufthyphen von den Ameisen sorgfältig entfernt werden. Sobald aus irgend einem Grunde diese Tätigkeit der Ameisen unterbrochen wird, hört die Bildung der Kohlrabihäufchen auf, und

der Pilz entwickelt ein reichliches Luftmyzel. Die Kohlrabihäufchen mit ihren eiweißreichen Anschwellungen sind also ein durch die Ameisen absichtlich herbeigeführtes Kulturprodukt.

Auch einige andere, als Haar- und Höckerameisen bekannte Arten (Apterostygma und Cyphomyrmex) legen sich Pilzgärten an, züchten jedoch andere Pilze und wählen ein anderes Substrat, Holzmehl und Exkremente von Insektenlarven. Auch hier bildet der Pilz Kohlrabihäufchen, die jedoch lange nicht die hohe Entwickelung erreichen, wie diejenigen in den Pilzgärten der Blattschneiderameisen.

Bayerische
Staatsbibliothek
MÜNCHEN

Regiſter.

Acacia cornigera 122.
— sphaerocephala 122.
Achorion Schönleini 90.
Agrostemma Githago 45.
Ahornſamen 18.
Albugo albicans 93.
Aldrovanda vesiculosa 116.
Alopecurus pratensis 46.
Alsine verna 28.
Ameiſenpflanzen 121.
Anabaena Azollae 107.
— Cycadearum 108.
Anaerobionten 87.
Anastatica Hierochuntica 16.
Anpaſſungserſcheinungen 24.
Apple blight 89.
Arabis 79.
Arctostaphylos 58.
Armeria vulgaris 28.
Aspergillus 90.
Atta 119.
Azolla caroliniana 107.
Azteca instabilis 120.

Bacillus amylovorus 89.
— coli 88.
— Tetani 87.
Bakteroiden 110.
Balſamine 14.
Bärentraube 58.
Bartschia 95.
Baumwollſtaude 17.
Berberis vulgaris 92.
Bergflachs 96.
Berufskraut 24.
Bidens 19.
Birnbaum 93.
Bitterklee 67.
Bitterſüß 64.
Blaſentang 72.
Blattſchneiderameiſen 119.
Blattſukkulenten 32.
Blaubeere 58.
Bodenſtet 27.
Bodenvag 27.
Botrytis Bassiana 90.
Brenneſſel 24, 37, 42.
Brennhaare 37.
Brutknoſpen 9, 11.
Butterblume 66.
Bryonia 19.

Calluna vulgaris 57.
Capsella Bursa pastoris 42, 93.
Catinga 31.
Cecropia 120.
Chenopodiaceae 75.
Cirsium arvense 41.
Citrullus Colocynthis 32.
Cladonia 53.
Colurolejeunia 111.
Corallorhiza 94.
Cuscuta 98.
— Epilinum 100.
— major 100
Cystopus candidus 93.

Dachwurz 32.
Dentaria bulbifera 11.
Diatomeen 68.
Dionaea muscipula 116.
Diſteln 41.
Draba 79.
Drosera 62, 113.

Echallium elaterium 12.
Edelweiß 29.
Eichenmiſtel 98.
Eigenbewegung 7.
Elodea canadensis 9, 21.
Empusa Muscae 90.
Entenflott 69.
Erica Tetralix 58.
Erigeron canadense 24.
Erodium 13.
Eryngium maritimum 76.
Erythraea Centaureum 36.
Euphorbia Cyparissias 36.
Euphorbien 31.
Euphrasia 95.

Favus 90.
Fetthenne 32.
Fettkraut 117.
Feuerlilie 11.
Fichtenwald 53.
Flechten 106.
Flugapparate 17.
Fucus vesiculosus 72.

Galium Aparine 65.
Galmeipflanzen 28.
Gauklerblume 24.
Geißtannli 83.
Gentiana 79.
Geranium 13.
Getreideroſt 92.
Gitterroſt 93.
Glockenheide 58.
Gossypium herbaceum 17.
Grasblüte 46.
Grünlandsmoor 66.
Gunnera scab a 108.
Gymnosporangium 93.

Haarüberzüge 31.
Hahnenfußblüte 47.
Hanfwürger 101.
Hauhechel 35.
Hauſtorien 95.
Heide 56.
Heidekraut 57.
Heidelbeere 58.
Herpes 90.
Heterözisch 91.
Hirtentäſchel 42.
Hopfen 64.
Hydra viridis 108.
Hydrophyten 33.

Impatiens Nolitangere 14.
— parviflora 14, 24.
Influenzabazillus 87.
Inſektenblütler 48.
Inſektenfreſſende Pflanzen 110.

Kakteen 31.
Kalkoxalat 36.
Kamille 43.
Kannengewächſe 117.
Kiefer 52.
Kieſelalgen 68.
Klebkraut 65.

Klette 19, 40.
Knollen 11.
Kohlrabihäufchen 123.
Koloquinten 32.
Kompaßpflanzen 34.
Korallenwurz 94.
Kornblume 43.
Kornrade 45.
Kreuzblütler 43.
Krummholzkiefer 80.

Lactuca scariola 34.
Laichkräuter 70.
Lamium album 37.
Lappa major 19, 40.
Laserpitium 18.
Latsche 80.
Leuchtmoos 35.
Lichtintensität 34.
Lieschkolben 66.
Lilium bulbiferum 11.
Loranthus 98.
Löwenzahn 17.

Mamillaria 12.
Mannsschild 79.
Maquis 32.
Matricaria Chamomilla 44.
Meeresstrand 71.
Meersalat 72.
Melampyrum 95.
Melden 75.
Menyanthes trifoliata 67.
Metabiose 105.
Mimikry 37.
Mimulus luteus 24.
Mistel 18, 96.
Moor 56.
Moosbeere 58.
Mucor 94.
Müllersche Körperchen 121.
Muskardine 90.
Mykodomatien 109.
Mykorrhizen 109.
Myosotis arenaria 68.
— palustris 67.

Nachtkerze 24.
Nadelwälder 52.
Nährböden 86.
Narrentaschen 102.
Neottia Nidus avis 94.
Nepenthes 117.
Nostoc Gunnerae 108.
Nymphaea 70.

Oenothera biennis 24.
Oidium albicans 90.
Ononis spinosa 35.
Orobanche ramosa 101.
— Salviae 101.
Oxalis acetosella 13.

Parasiten 86.
Pear blight 89.
Pedicularis 95.
Penicillium 94.
Pflanzengenossenschaften 25.
Pflanzengifte 36.
Phragmites 10, 66.
Pilzgarten 123.
Pinguicula 117.
Plantago 38.
— cretica 15.
Plectogyne variegata 34.
Pleurozia 111.
Polygonum aviculare 40.
Potamogeton 70.
Preiselbeere 58.
Primula 79.
Puccinia graminis 92.
— Malvacearum 93.

Rafflesia Arnoldi 102.
Rauschbeere 58.
Reiherschnabel 13.
Renntierflechte 53.
Rhinantheen 95.
Rhinanthus 95.
Rose von Jericho 16.
Rostpilze 91.
Roterle 64.
Rozites gongylophora 123.
Rührmichnichtan 14.

Sadebaum 93.
Salicornia 74.
Salsola Kali 28.
— Soda 28.
Salvia glutinosa 19.
— officinalis 36.
Salvinia natans 8.
Salzpflanzen 28.
Saprophytische Bakterien 88.
Sarracenien 119.
Sauerdorn 92.
Sauerklee 13.
Saugwurzeln 95.
Saxifraga 79.

Schachtelhalmsporen 17.
Schilf 66.
Schilfrohr 66.
Schistostega osmundacea 35.
Schleuderfrüchte 12.
Schmalzblume 66.
Schmarotzer 86.
Schutzeinrichtungen 24.
Schutzmittel 35.
Sedum 32.
Seegras 72.
Seerose 70.
Seide 98.
Selaginella lepidophylla 30.
Sempervivum 32, 79.
Silene 79.
Sonnentau 62, 113.
Soorpilz 90.
Sphagnum 60.
Spirochaete Obermeieri 87.
Spirogyra 69.
Sporenverbreitung 12.
Stammsukkulenten 32.
Steinbrech 79.
Steppenhexen 16.
Storchschnabel 13.
Stranddistel 76.
Sumpf 66.
Sumpfdotterblume 66.
Sumpfstorchschnabel 13.
Symbiose 104.

Taphrina Pruni 102.
— Carpini 10[illegible].
— betulina 10[illegible]3.
Taraxacum officinale 17.
Tausendgüldenkraut 36.
Teufelszwirn 98.
Thesium 96.
Thlaspi alpestre 28.
Thymus Serpyllum 3[illegible].
Torfmoos 60.
Trapa natans 71.
Trichophyton tonsurans 9[illegible].
Typha 66.

Ulmensamen 17.
Ulva Lactuca 72.
Uromyces Pisi 103.
Urtica dioica 42.
Utricularia 111.

Vaccinium Myrtillus 58.
— Oxycoccus 58.

Vaccinium uliginosum 58.
— Vitis idaea 58.
Venusfliegenfalle 116.
Verbreitung durch Tiere 18.
— durch Wind 15.
Verbreitungsmittel 7.
Verdunstungseinschränkung 30.
Vergißmeinnicht 67.
Viola lutea, v. calaminaria 28.
Viscum album 18, 96.
Vogelknöterich 40.
Vogelnest 94.
Wachsüberzüge 31.
Wald 49.
Waldrebe 54.
Wasser 63.
Wasserlinsen 69.
Wassernuß 71.
Wasserpest 21.
Wasserschlauch 111.
Wegebreit 38.
Wegerich 24.
Wetterbäume 82.
Wiesen 25.
Wiesenfuchsschwanz 46.
Windblütler 47
Windgepeitscht 82.
Windgeschert 82.
Windhexen 16.
Wirtwechselnd 91.
Wolfsmilch 36.
Wollgras 62.
Wundstarrkrampf 87.
Wurzelknöllchen 109.

Xerophyten 33.

Zaunrübe 19.
Zinksalze 28.
Zoochlorellen 108.
Zostera marina 72.
Zweizahn 19.
Zwiebeln 11.

A. [illegible]
B[illegible]
[illegible]
P[illegible]

BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Migula, Walter,

Pflanzenbiologie Von W[alter] Migula

Bd.: 1

Berlin und Leipzig 1818
Var. 675 i-127
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10135918-5